430.51
5352[illegible]V.54
TJ 18627

ISSN 0376-477X

台灣農業研究

第五十四卷　　第一期

目　　次

研究報告

育苗箱藥劑處理對水稻害蟲之防治效果及其對捕食性天敵之影響評估
……黃守宏、鄭清煥、程永雄 … 1

水稻白葉枯病抗病檢定方法之改良
……謝麗娟、張義璋、謝廷芳 … 15

蔬果添加物對銅皮石斛實生苗瓶內培養之影響
……蕭翌柱、楊淑如、陳威臣、夏奇鈮、蔡新聲 … 23

唐菖蒲台農2號之育成
……戴廷恩、侯鳳舞 … 32

荔枝新品種台農1號(翠玉)之育成
……張哲瑋、程永雄、顏昌瑞、徐信次、趙政男、田永柔、何昭吉、林俊義 … 43

以高解析反射光譜模擬福衛二號衛星資料估測水稻生長及預測產量之潛力
……楊純明、陳榮坤 … 54

中華民國九十四年三月

行政院農業委員會農業試驗所出版

中華民國　臺灣　臺中縣　霧峰鄉

台灣農業研究(J. Taiwan Agric. Res.) 54:1~14 (2005)

育苗箱藥劑處理對水稻害蟲之防治效果及其對捕食性天敵之影響評估 [1]

黃守宏[2] 鄭清煥[2] 程永雄[2,3]

摘　　要

黃守宏、鄭清煥、程永雄。2005。育苗箱藥劑處理對水稻害蟲之防治效果及其對捕食性天敵之影響評估。台灣農業研究 54:1-14。

本試驗選擇 0.3%芬普尼 (fipronil) 粒劑 120 g/box、3%加保扶 (carbofuran) 粒劑 50 g/box 及 2%益達胺 (imidacloprid) 粒劑 50 g/box 等三種藥劑，以育苗箱藥劑處理方式處理，評估其對害蟲族群之抑制效果，以及其對捕食性天敵的影響。結果顯示益達胺及芬普尼對二化螟蟲為害及飛蝨類族群之抑制效果甚佳，益達胺對葉蟬抑制效果尤為明顯；而芬普尼對瘤野螟之防治效果較佳，其藥效約可維持 40-50 天左右；加保扶育苗箱處理對上述害蟲僅具短暫效果，防治效率亦顯較上述兩種藥劑為差。比較育苗箱藥劑處理與藥劑撒佈處理對害蟲防治之效果，顯示以育苗箱藥劑處理之防治效果較為經濟、有效。三種藥劑及處理方式對捕食性天敵之影響均不明顯。本試驗結果，育苗箱藥劑處理僅具防治水稻生育早期害蟲之效果，對於水稻抽穗後之害蟲，應於水稻孕穗中、後期留意其發生狀況，需要時應加施用一次藥劑，以預防害蟲的可能危害。

關鍵詞：育苗箱藥劑處理、水稻害蟲、捕食性天敵。

前　　言

在水稻栽培過程中害蟲的防治是為穩定稻穀產量及米質極為重要的一環，依以往調查，因害蟲的危害在一、二期稻平均可導致 15 及 30%的稻穀損失，而最大的損失量卻分別可達 50 及 90%以上（陶 1966；鄭 1979），影響稻穀生產及農民收益至鉅。為預防害蟲之危害損失，使用殺蟲劑一直是農民慣用的方法，但若使用不當，非但無法抑制害蟲的危害，反而引起害蟲之「再猖獗」及可能污染環境等副作用(Heinrichs *et al*. 1982)。因此近年來，在許多亞洲國家積極推行害蟲綜合管理策略，以抗蟲品種為主，配合肥料及用水管理、天敵保育以及藥劑合理施用等，以抑制害蟲於經濟危害基準之下（鄭 2003b；Liu 1997；Xuyen 1997）。水稻主要害蟲種類隨地區之耕作制度、栽培稻種及耕作習慣，以及由外來入侵之害蟲種類而改變（鄭 2003b），培育抗蟲品種較費時，很難育成抗多種病、蟲稻種；且

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2216 號。接受日期：94 年 1 月 28 日。
2. 本所嘉義分所植物保護系助理研究員、前研究員兼主任、研究員兼分所長。臺灣 嘉義市。
3. 通訊作者，電子郵件：cyh@dns.caes.gov.tw；傳真機：(05)2764525。

育成之稻種未必為農民所樂意接受。因此宜以害蟲在田間發生生態為基礎，配合其族群可能造成經濟危害損失時期，實施合理用藥，藉以減少藥劑使用次數，應為最容易被一般農民所接受之途徑。

益達胺為類似天然尼古丁類殺蟲劑(nitroguanidines)，其作用機制為乙醯膽鹼酯接受點(nitotinic acetylcholine receptor, nAChR)之拮抗劑(Ishaaya & Horowiz 1998)。在植物體中之滲透移行性效果良好，撒佈施用之殘效性大約 3 週，育苗箱施用則大約 8 週；具低劑量、高活性及滲透移行性佳之特性，對哺乳動物之毒性中等，但對魚類、甲殼類及蜘蛛等天敵之毒性低，適於水田環境之安全使用（坪井 1993）。芬普尼為新類型 phenylpyrazoles 殺蟲劑，其作用機制係藉由阻礙中央神經系統之神經軸突 GABA（管制氯離子通路，負責神經正常活動之抑制作用的接受系統），使昆蟲神經受到過分刺激、興奮麻痺而死亡。其在水及泥土中的持續性為低至中等，但在經處理植物之半衰期可達 3-7 個月，隨處理地區之基質而異。在田間之殘毒主要存於土表 15 公分以內，滲透至地下水之機率甚低；其毒性被 WHO 歸類為 class II 中等毒性殺蟲劑，但對若干鳥類、魚類及大多無脊椎動物之毒性高(Fipronil Technical Bulletin 1996)。此兩種新類型藥劑均作用於昆蟲神經系統，對於傳統藥劑具抗性害蟲之防治效果明顯。而加保扶(Carbofuran)為一種使用已久氨基甲酸鹽系劑，具系統移行特性，對多種害蟲及線蟲具防治效果之廣效性殺蟲劑。以粒劑在溫室中使用，其藥效可持續 10 週左右，在水稻害蟲中已推薦於螟蟲類、飛蝨類、葉蟬類、瘤野螟、水稻水象鼻蟲、負泥蟲及稻心蠅等多種害蟲（Iwada & Kollmer 1975；費&王 2002）

嘉義農業試驗分所多年來從事主要水稻害蟲發生生態及影響害蟲族群發生密度之因子評估，認為蟲源為影響害蟲發生豐度之最主要因素（鄭 1990；鄭 & 吳 1999；鄭 2000；鄭 2003a）。如何降低水稻生育初期遷入稻田之害蟲密度，以降低水稻生育中、後期之被害風險，是為亟待探討的重要課題。水稻移植前育苗箱藥劑處理，被認為是防治早期害蟲最經濟、有效的一種方法（上和田 & 鳥越 1998；平井 1998；施 1996；陳等 1980；劉 1981），然而大部分藥劑只推薦於防治一種害蟲，對其他害蟲之防治效果如何，則尚不明確，造成藥劑選擇之困擾。本試驗目的在於評估植物保護手冊中已推薦用於育苗箱防治稻蟲之三種粒劑，對第一、二期稻主要害蟲之綜合防治效果，並觀察其對捕食性天敵之影響，以供為稻蟲防治之參考。

材料與方法

試驗於 2002 及 2003 年第一、二期稻在嘉義縣民雄鄉下洋仔借用農民稻田進行，供試品種為台稉 8 號，對稻蟲均呈感蟲性。為減少害蟲及天敵之遷移所造成之困擾，每一處理面積為 0.1 公頃，各處理相互毗連，以田埂間隔。試驗期間，除於水稻插秧時施用一次萌前殺草劑及殺螺劑外，未再施用其他任何藥劑防治病、蟲、草害。為避免試驗田遭受蟲害造成之嚴重損失，於發現育苗箱藥劑處理對害蟲之抑制效果消失後，立即使用藥劑防治，並評估其防治效果。

供試藥劑於 2002 年為 0.3%芬普尼(fipronil) 粒劑及 3%加保扶(carbofuran) 粒劑，2003 年試驗除上述藥劑處理外，另加 2%益達胺(imidacloprid)粒劑，各藥劑使用劑量是依現行公告於植物保護手冊中，推薦使用於育苗箱藥劑處理防治水稻害蟲之施用量為準，即芬普尼、加保扶及益達胺分別為 120、50 及 50 g/box。供試藥劑分別於水稻秧苗插秧前 24 小時，均勻地撒佈於育苗箱(60×30×3 cm)中，以掃帚輕掃秧苗，使藥劑撒落土面，並灑水至飽和狀態。秧苗使用插秧機移植，移植後保持田間水位 3 cm 左右，避免田土暴露水面，發生藥害。

為比較育苗箱藥劑處理與水稻移植後水面撒佈藥劑處理之效果，於 2002 年二期稻作另設 0.3%芬普尼及 3%加保扶粒劑處理區，藥劑於移植後兩週處理。各處理區之害蟲與天敵發生量及水稻被害程度分別以目測及掃網方法調查，前者於水稻插秧後，每週一次，調查時將每處理區區分為四小區，分別於各小區中央及整個處理區中央調查 5 點，每點隨機取樣 20 叢，共計 100 叢，調查棲息於水稻植株中、下部之飛蝨類及葉蟬類害蟲、捕食性之隱翅蟲與蜘蛛類，及二化螟與瘤野螟為害植株數或葉片數；而掃網調查係以桿長 100 cm、網徑 37 cm 之捕蟲網，往返掃取為一次，每處理區掃捕 10 次，計算害蟲及其天敵種類及數量。由於水稻害蟲種類繁多及於調查期中數量高低起伏差異甚大，各處理對稻蟲之防治效果及對天敵之影響，在褐飛蝨、白背飛蝨及斑飛蝨等飛蝨類，黑尾葉蟬類及電光葉蟬等葉蟬類及捕食性天敵係以目測估算蟲數及網掃蟲數合計與對照無處理區之數量比較；對二化螟及瘤野螟之防治效果則以各處理區被害率之數值為依據，以 Abbott 公式計算之。

結　果

育苗箱處理對水稻生育早期害蟲之防治效果

由圖 1 可見於 2002 及 2003 年一期稻無藥劑處理區，葉蟬類及飛蝨類在水稻移植後 9-10 週，約在分蘗終止期以前，族群密度甚低，其後密度始逐漸增加，而於移植後 14-16 週，約在乳熟至糊熟期，達密度高峰，但在 100 叢稻目視蟲數加 10 次掃網蟲數總和之飛蝨類及葉蟬類最高密度在 2002 及 2003 年分別只達 85, 105 及 61, 65 隻，密度顯然在所釐定的經濟為害基準之下。在此情況下，以各處理若蟲開始出現期及族群高峰期之蟲數為比較依據，則芬普尼對飛蝨類之族群具較明顯的抑制效果，但對葉蟬類的抑制效果不佳；而加保扶則對飛蝨及葉蟬類之抑制效果均不明顯。在 2003 年，除新加入之益達胺處理同時對飛蝨及葉蟬族群之抑制效果較明顯外，芬普尼及加保扶對兩類害蟲之抑制效果與 2002 年類似。綜合上述之調查結果顯示在嘉義地區一期稻水稻生育初期，稻飛蝨及葉蟬發生密度頗低，三種育苗箱處理對稻飛蝨及葉蟬之藥效難以評估，但對稻飛蝨族群之抑制效果，以益達胺及芬普尼較明顯，對葉蟬類則除益達胺較明顯外，其他兩處理效果不佳。

育苗箱藥劑處理對二化螟為害防治效果示如圖 2，雖然在試驗期間，二化螟的發生並不嚴重，但由各藥劑育苗箱處理之被害株數，可發現芬普尼、益達胺及加保扶對二化螟之第一、二世代之為害均具抑制效果，按兩年第 16 週，約在乳熟至糊熟期調查，芬普尼處理區之防治率分別為 54.1 及 64.3%，加保扶為 33.3 及 42.3%，而益達胺只在第二年度參與，防治率為 69.2%，顯示芬普尼及益達胺處理之防治效果明顯地優於加保扶處理。

在二期稻，由圖 3 及圖 4 對照處理區之飛蝨及葉蟬類族群增長型式，可見兩年均自水稻移植後到第 6 週為第一世代，7-10 週為第二世代，族群發生高峰期出現於第 10 週以後為第三世代。比較各育苗箱處理區與對照區害蟲族群之發生密度，於 2002 年，由於稻飛蝨發生密度較高，其中白背飛蝨約佔 52%，而葉蟬及瘤野螟發生密度則甚低。葉蟬及飛蝨類在移植後第 5 週，第一世代若蟲出現高峰期，對照區每百叢蟲數為 53 隻，加保扶育苗箱處理為 69 隻，撒佈區為 54 隻，顯然兩者已不具防治效果；同時間，芬普尼育苗箱處理及撒佈處理區之蟲數分別為每百叢稻 28 及 32 隻，防治率分別為 47.2 及 39.6%。在移植後第 7 週，第一世代成蟲發生盛期，由於其中部分成蟲往外遷移，則除芬普尼育苗箱仍有 35.3%之防治率，其他處理之蟲數均已超越對照區之蟲數。在移植後第 9 週，約在水稻孕穗末期，芬普尼育苗箱處理及撒佈處理與對照區比較，仍具 61.3 及 44.8%之防治效果，顯示育苗箱處理之防治效果略較撒佈處理為佳。

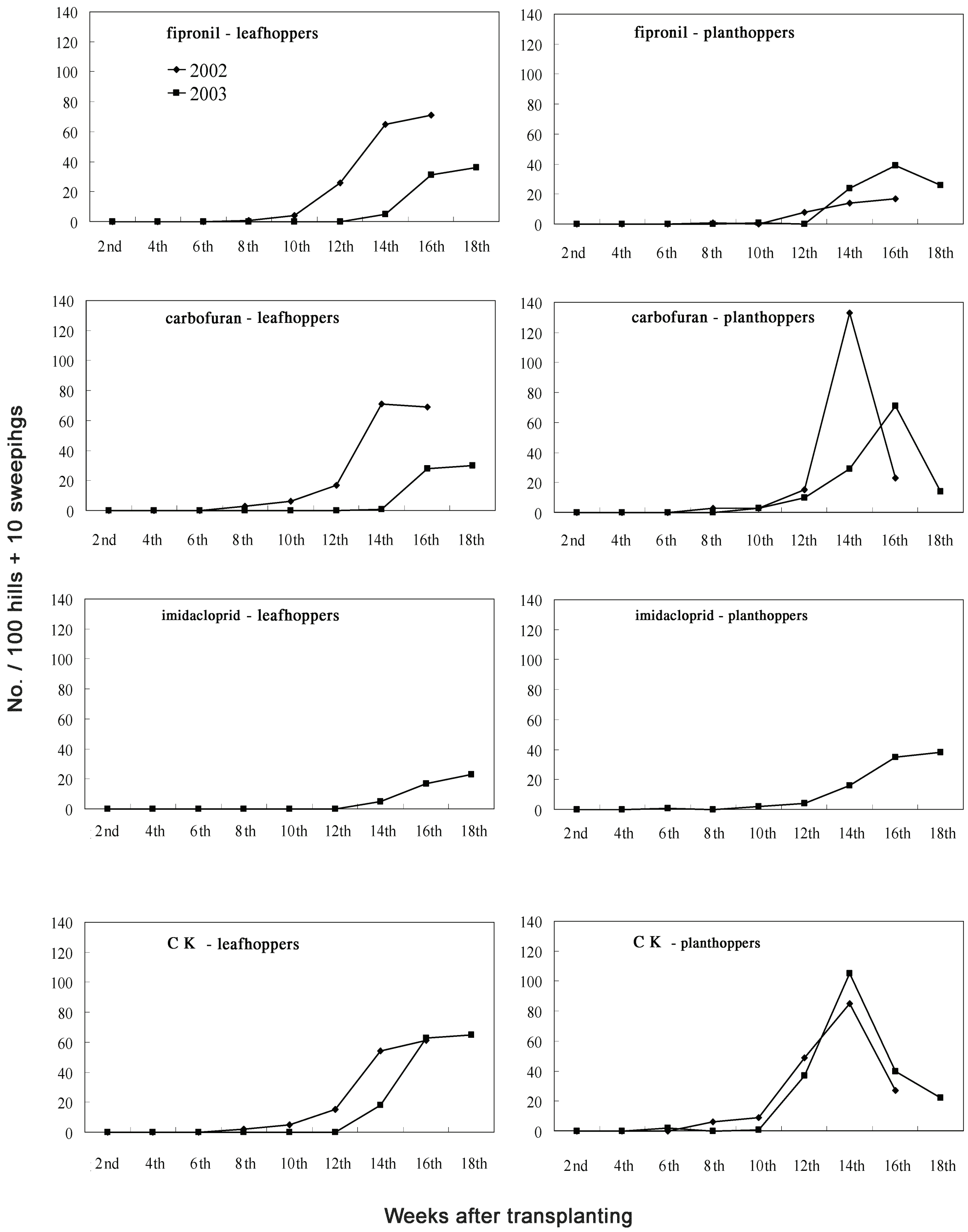

圖 1. 2002 及 2003 年育苗箱藥劑處理對第一期作之稻葉蟬及飛蝨類害蟲族群增長之影響。

Fig. 1. Effect of nursery box insecticidal treatments on population growth of leaf- and planthoppers in the first cropping season, 2002 and 2003.

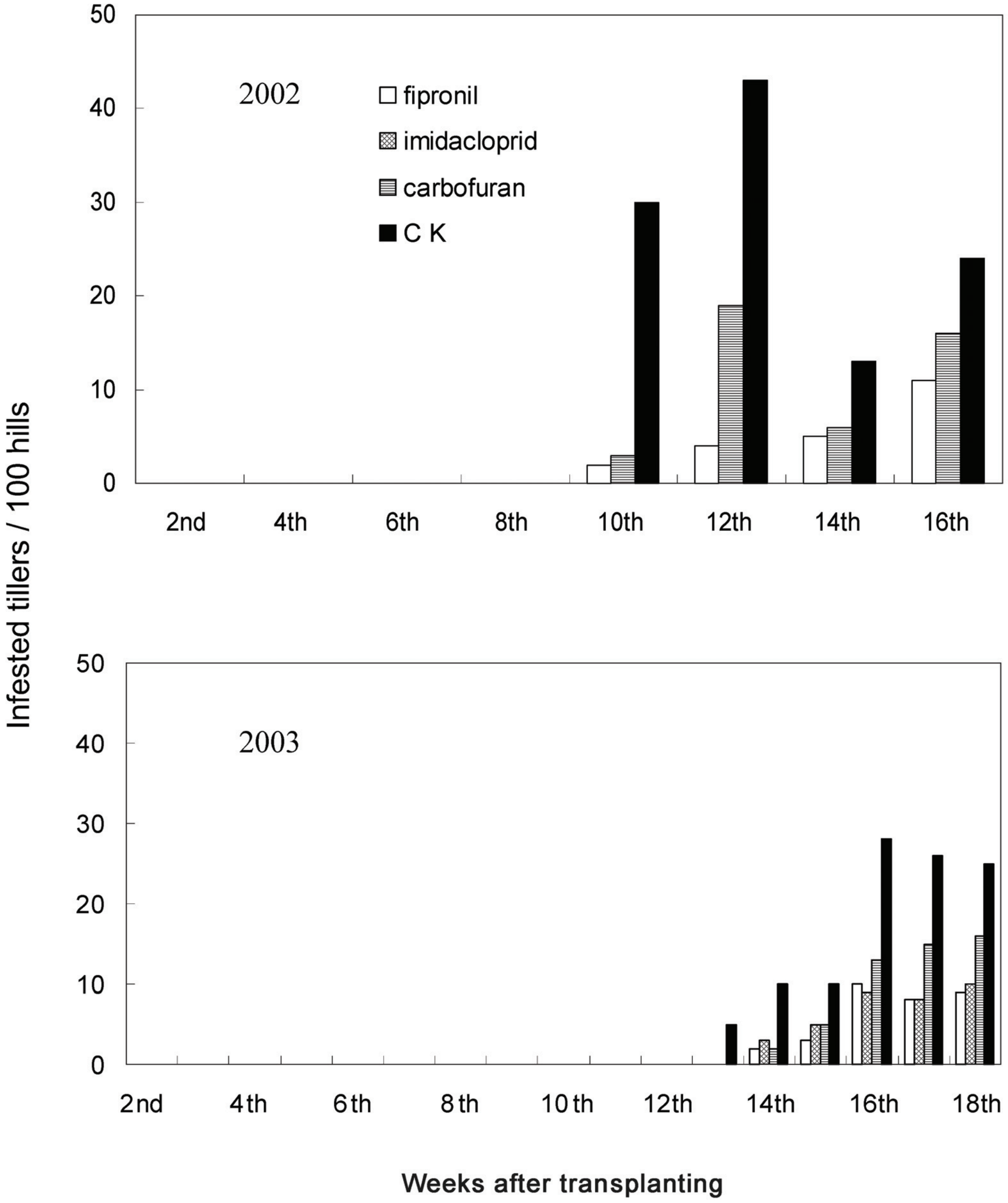

圖 2. 2002 及 2003 年第一期稻育苗箱藥劑處理對二化螟之防治效果。

Fig. 2. Efficiency of nursery box insecticidal treatments on control of rice stem borer in the first cropping season, 2002 and 2003.

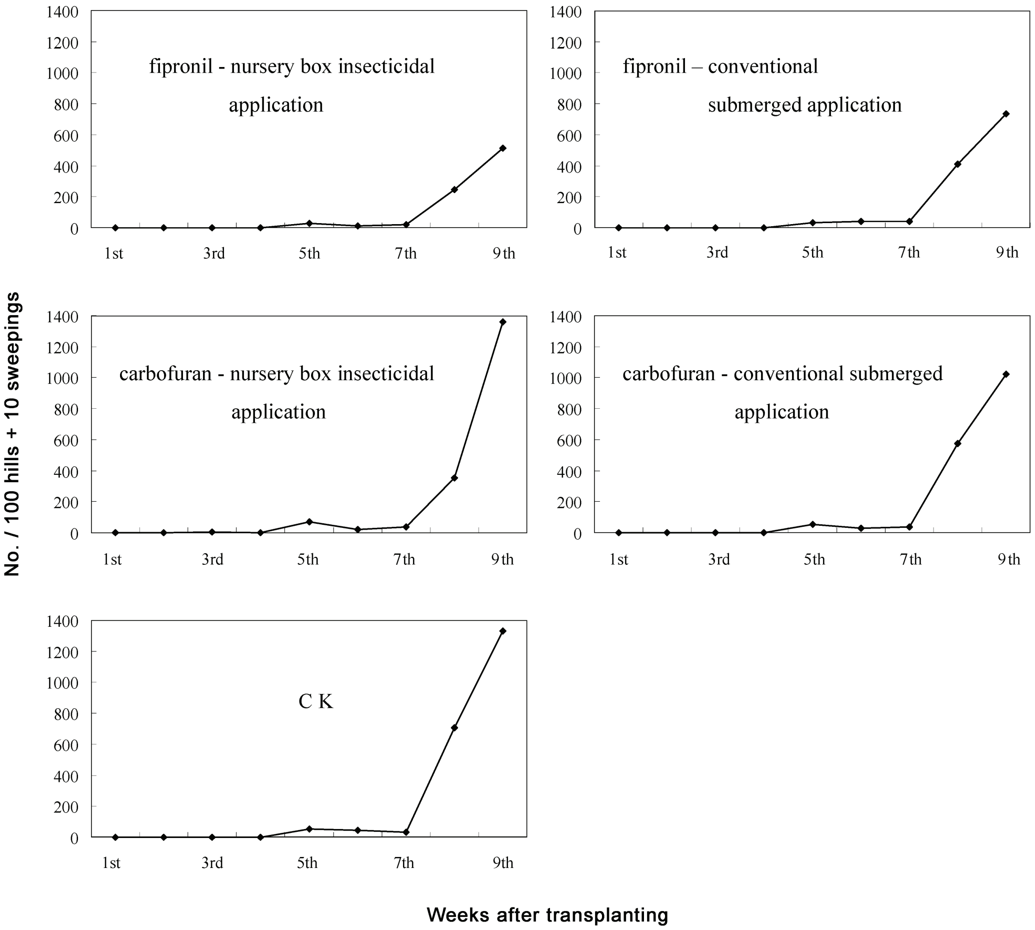

圖 3. 2002 年二期稻作之稻飛蝨在育苗箱藥劑處理區及撒佈處理區之族群增長差異。

Fig. 3. Difference between the population of rice planthoppers on the plots treated with nursery box insecticidal application and conventional submerged application, second cropping season, 2002.

2003 年二期稻，稻飛蝨發生密度明顯地較 2002 年為低，葉蟬類之發生則略較之為高，而瘤野螟則發生極為嚴重。各藥劑育苗箱處理與對照區之害蟲族群發生密度比較，稻飛蝨於移植後 6 週內，因發生密度太低，處理間差異並不明顯，至移植後第 10 週，約在第二世代發生末期、第三世代初期，對照區之發生密度為每百叢稻 71 隻，而加保扶、芬普尼及益達胺處理之防治率分別為 21.1、54.9 及 50.7%，再度顯示芬普尼及益達胺對稻飛蝨具有較佳之防治效果。各處理對稻葉蟬之防治效果，在移植第 6 週以後，加保扶育苗箱處理之蟲數已超越對照區，而芬普尼處理區，於第 8 週以後葉蟬密度亦超越對照區，而益達胺處理則至移植後第 10 週以後始與對照區相同，再度顯示益達胺對稻葉蟬族群之抑制效果較芬普尼為佳。

在 2002 年二期稻，瘤野螟之第一世代幼蟲期，約在 9 月上至下旬，為害並不嚴重，在對照區被害葉率為 1.53%情況下，除芬普尼育苗箱處理區之被害葉率為 0.22%，防治率達 85.6%，效果較佳外，

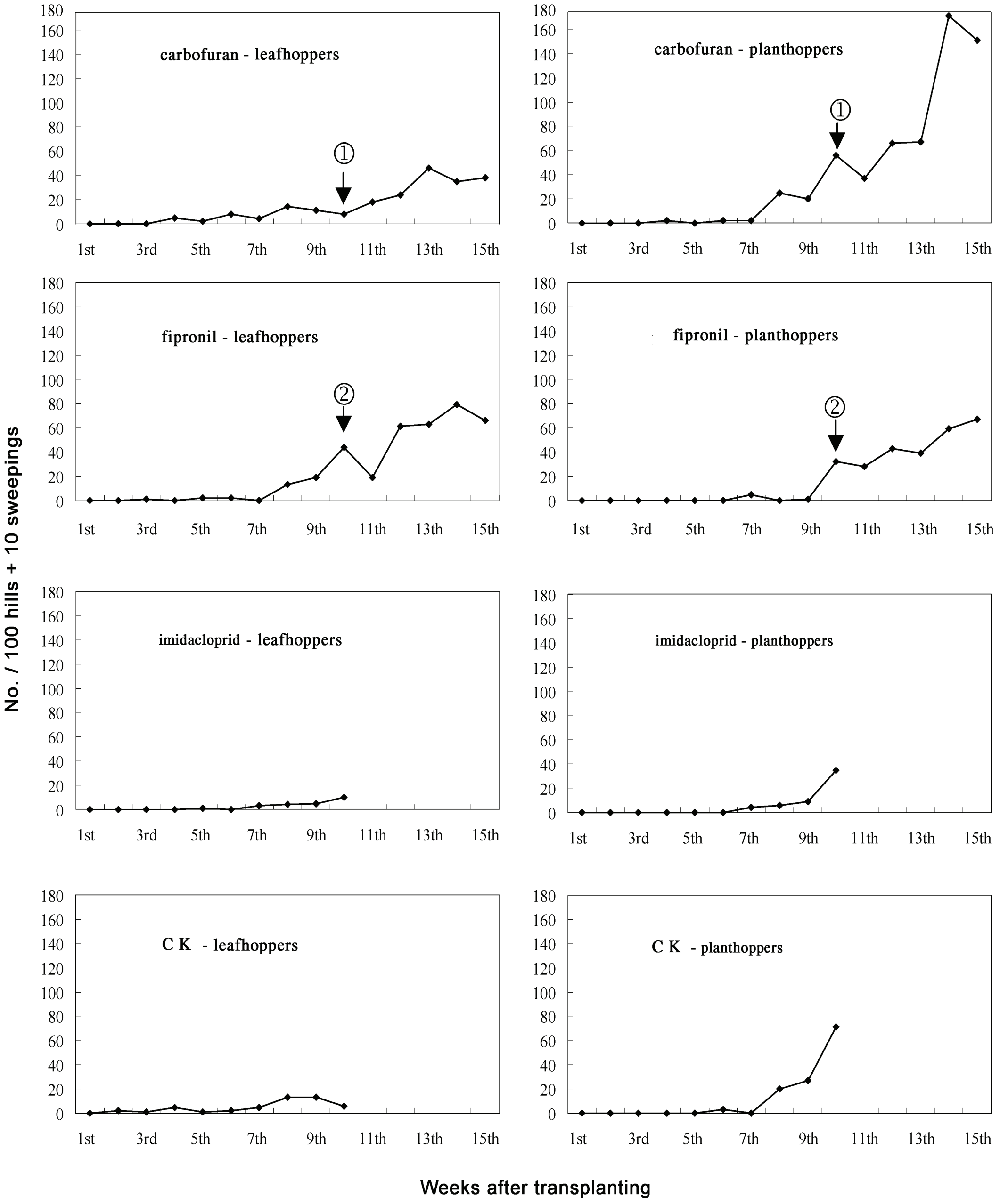

圖 4. 2003 年二期作育苗箱藥劑處理對葉蟬及飛蝨類族群增長之影響。

Fig. 4. Effect of nursery box insecticidal treatments on the population of rice leaf- and planthoppers in the second cropping season, 2003.

(Arrow ① indicate that the plot is treated with 15% buprofezin + tebufenozide W.P. 1000x at 10 weeks after transplanting, while arrow ② is treated with submerged application of 0.3% fipronil G. at rate of 20 kg/ha.)

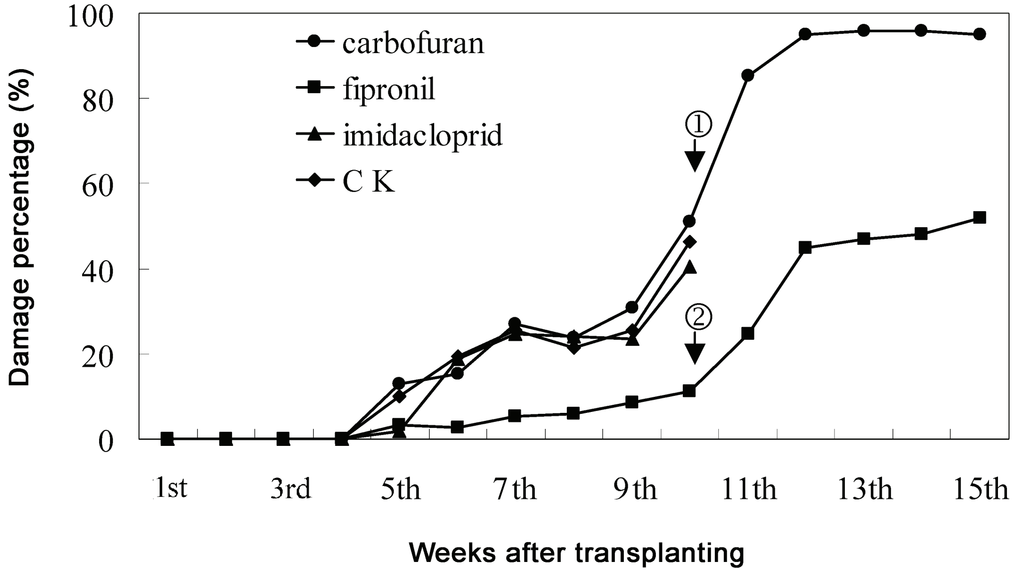

圖 **5.** 2003 年二期作育苗箱藥劑處理對瘤野螟之防治效果。

Fig. 5. Efficiency of nursery box insecticidal treatments on control of rice leaffolders in the second cropping season, 2003. (Arrow ① indicate that the plot is treated with 15% buprofezin + tebufenozide W.P. 1000x at 10 weeks after transplanting, while arrow ② is treated with submerged application of 0.3% fipronil G. at rate of 20 kg/ha.)

芬普尼粒劑撒佈區及加保扶之育苗箱處理及撒佈處理區之被害葉率由 1.14 至 1.25%，防治率由 18.3 至 25.5%，防治效果顯然不佳。

在 2003 年二期稻，瘤野螟嚴重發生，試驗田無藥劑處理區於移植後第 5 週被害葉率即達 9.86%，相當於每叢稻平均被害葉達 8.3 片，到第 7 週時更高達 25.6%，相當於每叢稻有 21.5 片被害葉，持續至第 9 週後，約在第二期稻第二世代幼蟲期，再急速增加。各藥劑育苗箱處理對瘤野螟之防治效果示如圖 5，除芬普尼育苗箱處理在移植後第 5、7 及 9 週之被害葉率分別為 3.3、5.4 及 8.6%，均明顯地低於對照區；益達胺育苗箱處理除在移植後第 5 週之被害葉率為 1.8%，低於對照區外，其後在第 7、9 週之 24.6 及 23.5%，防治率只達 3.9 及 8.2%；而加保扶育苗箱處理區之被害葉率自第 5 週即達 13.0%，高於對照區，顯然已無防治效果。

育苗箱處理對害蟲捕食性天敵之影響

水稻害蟲之捕食性天敵種類頗多，在試驗期間調查之結果主要者有昆蟲綱隱翅蟲科(Staphylinidae)之隱翅蟲(*Paederus* sp.)，蜘蛛綱狼蛛科(Lycosidae)之六點狼蛛(*Pardosa pseudoannulata*)、微蛛科(Micryphantidae)之裂頭小皿蛛(*Oedothorax insecticeps*)、姬蛛科(Theridiidae)之八斑球腹蛛(*Coleosoma octomaculatum*)、長腳蛛科(Tetragnathidae)一種，其他種類數量很少。由於捕食性天敵除八斑球腹蛛及裂頭小皿蛛之族群呈現較穩定成長外，其他則遷移性很大，導致其族群在每次調查呈現很大的起伏變動，難予評估藥劑對每一種天敵之影響。為方便比較，本試驗僅將各種類之捕食性天敵之數量合併計算，作為綜和評估之依據。

在 2002 及 2003 年一期稻，於無藥劑處理區，分別於移植後第 2 及第 3 週開始紀錄到捕食性蜘蛛，其後於第 6 週出現一個小高峰，另一個高峰則分別出現於第 11 至 12 週（圖 6 及圖 7）；育苗箱藥劑處理對捕食性天敵若有明顯的影響，按藥劑對害蟲之藥效應出現於第 10 週以前。由圖 6 可見於 2002 年，芬普尼及加保扶育苗箱處理區之捕食性天敵總數，在移植後第 10 週以前均高於對照區，其後由於對照區害蟲之數量明顯地高於處理區，而導致捕食性天敵可能受數量反應(numerical response)，在數量上超越處理區。在 2003 年，捕食性天敵出現於加保扶及益達胺育苗箱處理區較對照區早 1-2 週，而在芬普尼育苗箱處理區則與對照區同時出現於移植後第 3 週。其後至第 10 週為止，在數量上對照區略高於各藥劑育苗箱處理區，但其族群成長趨勢一致，且數量在移植後 8 週前差異亦不明顯（圖 7）。事實上，在一期稻，稻飛蝨及葉蟬類在移植後第 10 週內，發生數量非常低，在此期間，由於稻田內搖蚊(*Chironomus* sp.)發生密度頗高，調查時常可發現捕食性蜘蛛捕食搖蚊成蟲，而在各處理間搖蚊之發生量，在水稻移植後第 2 週調查，即顯示各處理間差異並不明顯（圖 8），此或亦可作為各藥劑育苗箱處理對於非標的昆蟲影響之指標。

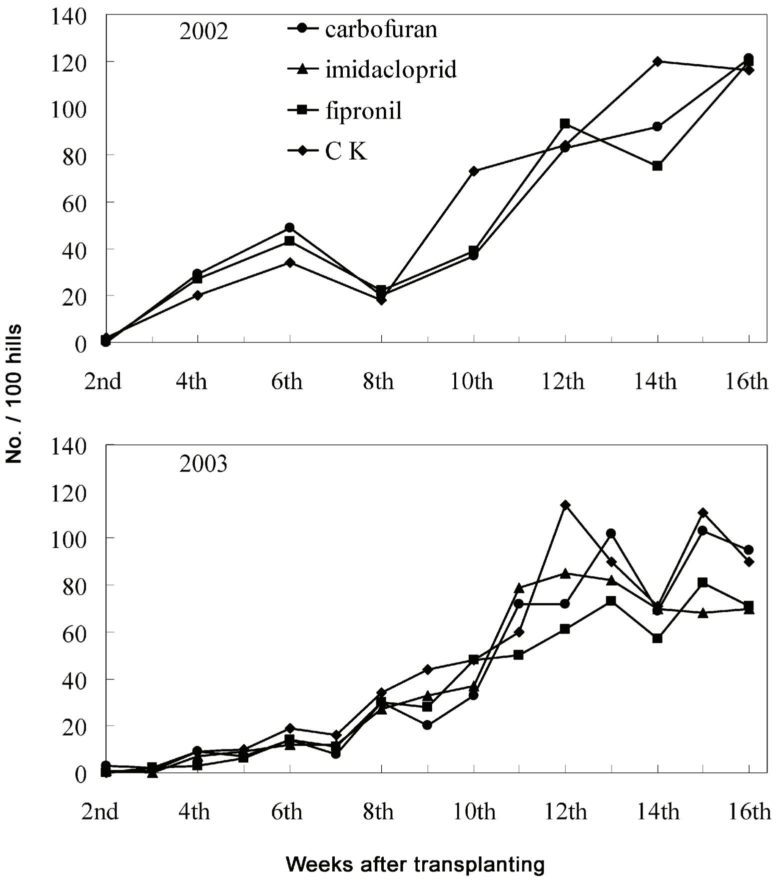

圖 6. 2002 及 2003 年育苗箱藥劑處理區對第一期稻害蟲捕食性天敵之影響。

Fig. 6. Effect of nursery box insecticidal treatments on the predatoy natural enemies in the first cropping season, 2002 and 2003.

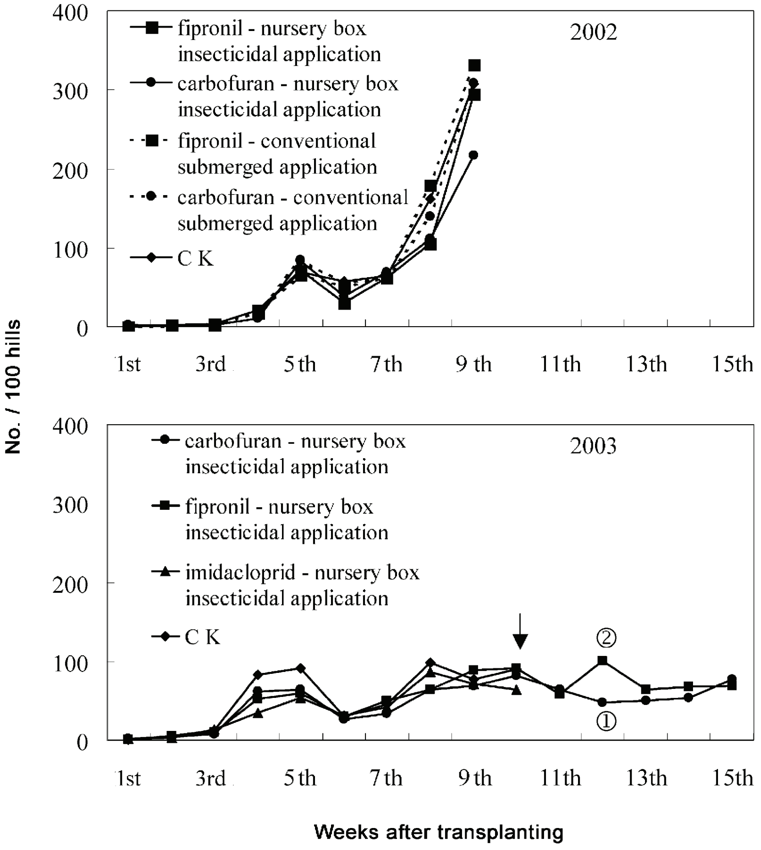

圖 7. 2002 及 2003 年育苗箱藥劑處理區對第二期稻害蟲捕食性天敵之影響。

Fig. 7. Effect of nursery box insecticidal treatments on the predatoy natural enemies in the second cropping season, 2002 and 2003.

(Arrow ① indicate that the plot is treated with 15% buprofezin + tebufenozide W.P. 1000x at 10 weeks after transplanting, while arrow ② is treated with submerged application of 0.3% fipronil G. at rate of 20 kg/ha.)

在二期稻，各處理區於水稻移植後第 1, 2 週調查，即可發現害蟲天敵之遷入，而天敵之族群數量於移植後第 5 週及第 10 週分別出現一高峰。在 2002 年於水稻移植後 10 週內之各次調查，捕食性天敵之族群密度在各處理及無處理區比較，互有高低消長，並未發現其族群密度有一直明顯地低於對照區者。在 2003 年，於水稻移植後第 2、3 週調查，各藥劑育苗箱處理之天敵族群密度，即有大於或等於對照處理區，其後芬普尼及益達胺處理區因受害蟲密度之影響，略低於對照區，但差異並不明顯，顯示供試各藥劑育苗箱處理，對捕食性天敵，如蜘蛛類及隱翅蟲等，並無持續而明顯之影響。

討 論

在台灣於水稻營養生長期之害蟲，在一期稻有二化螟、斑飛蝨、黑尾葉蟬及局部地區之水稻水象鼻蟲、水稻象鼻蟲、負泥蟲等；在二期稻則有白背飛蝨、褐飛蝨、斑飛蝨、瘤野螟及局部地區之水稻

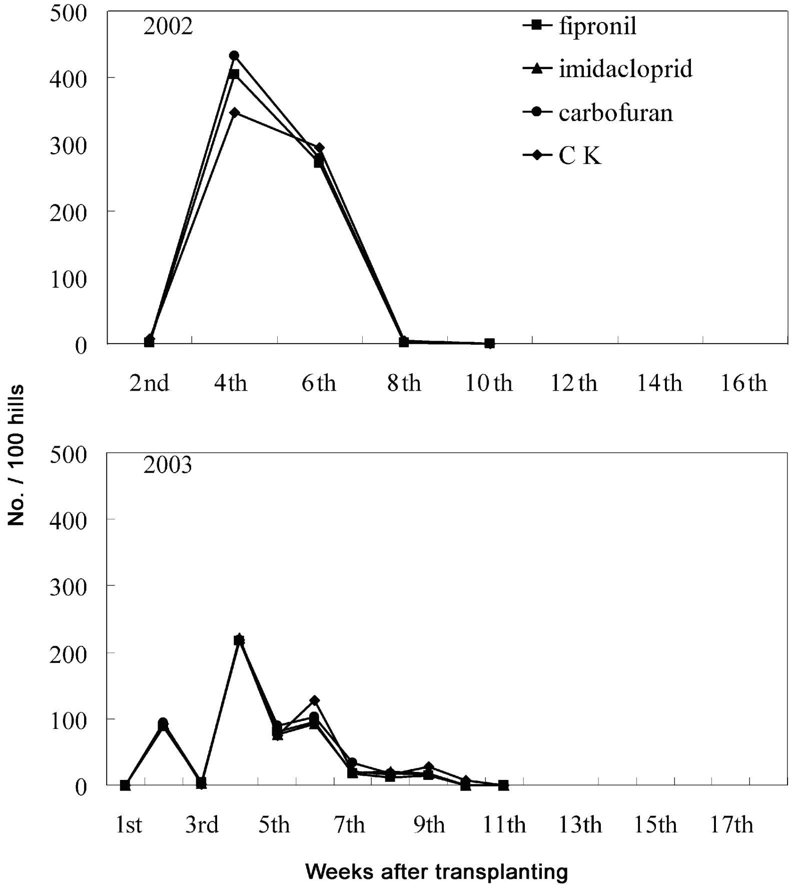

圖 8. 2002 及 2003 年一期作育苗箱藥劑處理對生育初期田間搖蚊(中性昆蟲)族群密度之影響。
Fig. 8. Effect of nursery box insecticidal treatments on the chironomid midges (*Chironomus* sp.) population in the tilling stage of the first cropping season, 2002 and 2003.

水象鼻蟲、稻心蠅、黑尾葉蟬、稻苞蟲、樹蔭蝶、稻螟蛉、亞洲潛葉蠅及稻薊馬等之為害（鄭 2003b）。該等害蟲除少數為主要害蟲，每年需注意防治外，大部份害蟲均視其實際為害之嚴重性而加以防治，或與主要害蟲適時一併防治。然而大部份主要害蟲，如稻飛蝨、葉蟬類、瘤野螟及二化螟等，可同時為水稻營養生長期、繁殖生長期及成熟生長期之害蟲；此等害蟲在水稻生育中、後期之族群密度與其在生育初期之遷入蟲量具密切關係（鄭 2003b），因此若能使用育苗箱藥劑處理而降低水稻生育早期害蟲，將可降低水稻中、後期始造成危害之害蟲的危害風險，是為減少用藥，降低害蟲為害之可行方法。

防治水稻生育早期害蟲，一般可於水稻插秧後將粒狀殺蟲劑直接撒佈於田間，或於插秧時將藥劑單獨或與肥料混拌，利用附掛於插秧機後之所謂深層肥料及藥劑施佈器，將藥劑埋入植株之根際 (Pathak *et al*. 1974)，但此兩種方法之用藥量每公頃需 30-60kg。而將藥劑在插秧前施佈於育苗箱，於插秧時將秧苗連同粘著於其基部土面之藥劑插植於稻田中，即所謂的“育苗箱藥劑處理”，亦可獲得

同樣之防治效果，而其所需施用藥劑每公頃只需 11.5 至 20 kg，即每育苗箱 50-100g，非但節省施藥量，且認為對天敵較噴佈或水面施用為安全(Hirao 1984)。在本試驗，於一期稻雖因害蟲發生密度較低，芬普尼及益達胺對飛蝨及葉蟬之藥效約可達 10 週，而加保扶為 8 週左右；各種藥劑之延續抑制效果，則因害蟲發生密度未超過經濟為害基準無法評估（圖 1）；但對二化螟蟲之防治效果，雖然因為害程度較低，但仍可發現芬普尼、益達胺及加保扶育苗箱處理區之被害株率明顯地低於對照區，尤以前兩種之防治效果顯然優於加保扶育苗箱處理（圖 2）。在二期稻，由於主要害蟲稻飛蝨、葉蟬類及瘤野螟於水稻移植後即陸續遷入，且白背飛蝨及瘤野螟常於遷入後第 7 週內，約在分櫱盛期，之第一世代幼蟲期，族群即快速增加，育苗箱處理對其防治效果較一期稻明顯。在兩年試驗期中，發現各供試藥劑育苗箱處理之藥效雖只有 30 天左右，但其對族群之延續抑制效果，則隨藥劑種類及害蟲種類與發生密度而異；芬普尼對飛蝨類及瘤野螟之抑制效果可達 7-9 週；益達胺對稻飛蝨及葉蟬類之抑制效果亦可達 9 週，但對瘤野螟則只有 5 週；而加保扶處理對飛蝨、葉蟬及瘤野螟等之抑制效果則只有 4 週左右，防治效果較差。

使用育苗箱於防治水稻生育早期病、蟲害在日本自 1968 年以來，即已推廣於農民應用，早期使用藥劑有 5% propaphos G., 4% cartap G., 3% diazinon G., 3% propoxur G., 5% disulfoton G., 5% carbosulfan G., 12% isoprothiolane G., 4% tricyclazole G.等，以及上述粒劑之混合物，用於防治水稻害蟲及稻熱病，有效期間大部份介於 30 餘天至 40 天；由於使用方便、效果顯著，自 1983 年全國已有 44%稻田使用此一方法，其中東海、九州及關東水稻區更高達 60%以上(Hirao 1984)。1993 年後，2% imidacloprid 及 1% fipronil 相繼被推廣於育苗箱處理防治水稻害蟲，或與防治稻熱病及紋枯病殺菌劑混合於育苗箱處理，防治水稻生育早期病蟲害。在九州地區，2% imidacloprid 50 g/box 對白背飛蝨及褐飛蝨具 45 日左右之殘效，而其抑制效果可長達 60 天以上，對黑尾葉蟬之防治效果亦達 54 天以上，但對瘤野螟之防治效果不佳；而 1% fipronil 50 g/tray 對褐飛蝨及白背飛蝨之防治具 45-50 天之殘效，抑制效果亦達 60 天以上，對瘤野螟之防治效果達 45-60 天，但對黑尾葉蟬之防治效率不佳（上和田 & 鳥越 1998）。除上述害蟲外，imidacloprid 育苗箱處理對水稻水象鼻蟲、負泥蟲及稻葉姬潛蠅(*Hydrellia griseola* Fallen)亦具良好防治效果，而 fipronil 處理對水稻水象鼻蟲、負泥蟲、二化螟、小稻蝗、稻苞蟲等之防治效果頗佳（石黑 1998）。

在台灣，育苗箱藥劑處理已推薦於防治傳播水稻病毒之媒介昆蟲 - 黑尾葉蟬、葉稻熱病、水稻線蟲白尖病、水稻水象鼻蟲、二化螟、瘤野螟及褐飛蝨等之防治（陳等 1980；費 & 王 2002），但尚無對整體水稻害蟲防治效果之評估報告。按本試驗結果，並參考日本報告及台灣害蟲發生情況，如有需要可考慮在一期稻使用 imidacloprid 育苗箱處理，而二期稻，則使用 fipronil 育苗箱處理，應可有效抑制水稻生育初期害蟲，並降低其後之為害風險。但於二期稻，由於其對早期害蟲之抑制效果只有 49-63 天，除非大面積使用，否則由於鄰近無處理區之害蟲遷入，於孕穗中、末期仍需再撒佈一次有效之粒劑防治，方可有效地保護水稻在生育中、後期遭受為害（圖 4、圖 5）。此一防治策略對日益老齡化之稻農，可提供另一省工防治稻蟲的方法，若能以區域為單位，全面使用，則可望獲得更佳之防治效率。

誌　　謝

本研究承農戶邱顯忠先生無償提供二年四期作之試驗用地，闕士凱先生及楊繡瑛小姐協助部份試驗進行及調查，在此一併致謝。

引用文獻

施錫彬。1996。桃園地區水稻水象鼻蟲之遷移及危害評估研究。桃園區農改場研究報告 27:31-41。

陶家驊。1966。水稻害蟲。p.285-302。台灣植物保護工作 昆蟲篇 1940-1965（劉廷蔚先生紀念文集）。

陳慶忠、張念台、王玉沙、柯文華。1980。水稻育苗箱施用粒劑防除毒素病效果之探討。台中區農業改良場研究彙報 3:42-47。

費雯綺、王玉美編。2002。植物保護手冊。行政院農委會農業藥物毒物試驗所出版。台中。791 pp。

劉清和。1981。水稻負泥蟲防除技術改進試驗。植物保護學會會刊 23:179-186。

鄭清煥。1979。水稻褐飛蝨的經濟為害水平之研究 Ⅱ.褐飛蝨棲群密度與水稻產量損失之關係。科學發展月刊 7:1103-1114。

鄭清煥。1990。嘉南地區褐飛蝨族群動態及其發生預測之研究。中華昆蟲 10:1-26。

鄭清煥。2000。一期稻二化螟之為害及其與性費洛蒙誘蛾數相關研究。植物保護學會會刊 43:17-28。

鄭清煥。2003a。水稻斑飛蝨之族群動態與發生預測。植物保護學會會刊 45:17-33。

鄭清煥。2003b。台灣水稻害蟲綜合管理研究之回顧與展望。p.11-38。台灣作物病蟲害管理研討會專刊。行政院農委會農業試驗所嘉義分所刊印。台灣 嘉義。

鄭清煥、吳昇晉。1999。水稻瘤野螟族群動態與預測。植物保護學會會刊 45:199-213。

上和田秀美、鳥越博明。1998。水稻病蟲害防除の新戰略—西南暖地における病蟲防除戰略。植物防疫 52:119-124。

平井一男。1998。稻害蟲管理の現狀と課題。植物防疫 52:107-110。

石黒清秀。1998。北日本における病害蟲防除戰略と展開方向。植物防疫 52:115-118。

坪井真一。1993。クロロニコチニル系殺蟲劑イミダクロプリドの殺蟲活性。植物防疫 47:199-202。

'Fipronil' Worldwide Technical Bulletin. 1996. Rhone-Poulenc, Research Triangle Park, NC, US, 20 pp.

Heinrichs, E. A., Reissig, W. H., Valencia, S. and Chelliah, S. 1982. Rates and effect of resurgence-inducing insecticides on population of *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) and its predators. Environ. Entomol. 11:1269-1273.

Hirao, J. 1984. Nursery-tray application of granular insecticides for the control of early-season insect pests of rice in paddy fields. J. Pestic. Sci. 44:10-16.

Ishaaya, I. and Horowitz, A. R. 1998. Insecticides with Novel Modes of Action: an overview. p.1-24. *in*: Insecticides with Novel Modes of Action: Mechanisms and Application (Ishaaya, I. and D. Degheele, eds.) Springer. Co. Paris.

Iwada K. and Kollmer G. 1975. Effectiveness of Curaterr granular against rice pests. Pflanzenschutz-Nachr. Bayer 28:137-143.

Liu, G. J. 1997. Summary and discussion on IPM aspects with special emphasis of pratical significance of varietal resistance in rice in IPM in China. p.210-216. *in*: Proceeding of the Symposium of Migration and Management of Insect Pests of Rice in Monsoon Asia, November 27-29, 1997, CNRRI, Hangzhou, China.

Pathak, M. D., Encarnacion, D., and Dupo, H. 1974. Application of insecticides in the root zone of rice plants. India J. Plant Prot. 1(2):1-16.

Xuyen, T. T. 1997. Ecology and IPM of the brown planthopper on rice crop in the Red River Delta. p.124-149. *in*: Proceeding of the Symposium of Migration and Management of Insect Pests of Rice in Monsoon Asia, November 27-29, 1997, CNRRI, Hangzhou, China.

Evaluation on the Nursery Box Insecticidal Treatment for Control of Early-season Insect Pests of Rice and Its Effect on Predatory Natural Enemies[1]

Shou-Horng Huang[2], Ching-Huan Cheng[2] and Yung-Hsiung Cheng[2,3]

Summary

Huang S. H., C. H. Cheng, and Y. H. Cheng. 2005. Evaluation on the nursery box insecticidal treatment for control of early-season insect pests of rice and its effect on predatory natural enemies. J. Taiwan Agric. Res. 54:1-14.

The experiment was conducted to evaluate the efficiency of insecticides such as fipronil, imidacloprid and carbofuran used in nursery-box treatment on control of early season insect pests of rice in paddy field as well as their adverse effect on predatory natural enemies. The experiment conducted from 2002 to 2003 showed that 2% imidacloprid G. at rate of 50g/box was effective for control of rice planthoppers and rice stem borer for about 17 and 9 weeks in the first and second cropping season, while the treatment was poor for control of rice leaffolder. On the other hand, 0.3% fipronil G. at rate of 120 g/box was effective for control of rice planthopper, rice leaffolder and stem borer for 17 weeks in the first cropping season and 7 to 9 weeks in the second cropping season, but it was poor for controlling rice leafhoppers. 3% carbofuran G. at rate of 50 g/box lasted about 10 and 4 to 5 weeks for controlling the rice plant- leafhoppers, stem borer and rice leaffolder in the first and second cropping season, respectively. The efficiency of fipronil G. and carbofuran G. used in nursery box treatment lasted longer efficiency for control of rice insect pests then that of conventional application. Based on the appearing period and the population density of predatory natural enemies in the treated plots, it shows that the tested chemicals used in nursery box treatment did not have distinctly adverse effect to the predatory natural enemies. From present study, it is clear that the nursery box insecticidal treatment was not only effective for control of early-season insect pests but also could lower the pests to infest the crop in the mid- and late stage when a proper insecticide is used. However, it also shows that the nursery box insecticidal treatment alone is not adequate to protect the crop through a cropping season with especially in the second cropping season. One more applications from mid- to late booting stage of rice have to consider when it is needed.

Key words: Nursery box insecticidal treatment, Rice insect pest, Predatory natural enemy.

---

1. Contribution No.2216 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: January 18, 2005.
2. Respectively, Assistant Research Fellow, Former Senior Research Fellow and Head of Dept. Plant Protection and Senior Research Fellow and Director, Chiayi Agricultural Experiment Station, ARI, Chiayi, Taiwan, ROC.
3. Corresponding author, e-mail: cyh@dns.caes.gov.tw；Fax: (05)2764525.

台灣農業研究(J. Taiwan Agric. Res.) 54:15~22 (2005)

水稻白葉枯病抗病檢定方法之改良 [1]

謝麗娟[2] 張義璋[2] 謝廷芳[2,3]

摘　　要

謝麗娟、張義璋、謝廷芳。2005。水稻白葉枯病抗病檢定方法之改良。台灣農業研究 54:15-22。

本研究為探討水稻白葉枯病抗病檢定接種技術，以四個供試稻品種，於 1994 年第二期作及 1995 年第一期作，測定 30、45 和 60 天苗期，孕穗期及抽穗期等生育期之抗感病性反應。結果顯示任一稻品種以剪葉法接種，都以 30 天苗期之平均罹病指數為最高，且除抽穗期外，其它各生育期接種均能檢定出稻品種間不同之抗感病性，又 45 及 60 天苗期稻株接種之結果，與本田孕穗期檢定之結果相近。另外，於抽穗期測定剪葉長度及不同葉位序剪葉接種對發病之影響，結果任一稻品種以剪除 1/2、1/4 及 1/8 葉長度間之平均罹病指數並無顯著差異，且 1/2 剪葉長度接種，除第一期作稉稻外，都能檢測出不同品種之抗感病性。再以 1/2 剪葉長度接種劍葉以下四個位序葉片，發現不同稻品種不同葉位序間之平均罹病指數差異變化大，但大多以第四位序為最高，且除了第一期作稉稻外，接種第一和第二位序時，較可區別出品種間不同之抗感病性。

關鍵詞：水稻、水稻白葉枯病、抗病性。

前　　言

水稻白葉枯病為臺灣水稻主要流行病害，近年來兩期作均普遍發生，以二期作發病較嚴重。依據前省政府農林廳 1963-97 年間稻作病害統計報告(臺灣省政府農林廳 1966-1997)，自 1981 年後，臺灣水稻白葉枯病日益嚴重。每年第二期作發病面積均在 1 萬公頃以上，其中 1985、89 及 94 年發病面積更達 4 萬公頃。水稻一期作自 1985 年後，亦常發生白葉枯病，其中 1989、90 及 92 年發病面積均在 1 萬公頃以上。顯然不論一期或二期作，本病害對稻作之威脅日甚，實不可不加強防治管理。

防治水稻白葉枯病，以栽植抗病品種最為經濟有效(謝 1971，1991；山本&小川 1990；和佐野 1982；Mew 1987；Wasano & Dhanapala 1982)。目前臺灣現有栽培之稻品種，大多對白葉枯病呈感病性，抗病育種尚待加緊研究。有關水稻白葉枯病抗病檢定之接種方法，有針刺接種、噴霧接種、浸漬接種、浸水接種和剪葉接種等(謝 1971；簡&洪 1970；加來等 1980；向秀&吉田 1951；守中等 1978b；吉村 1962；Kauffman *et al*. 1973；Mew 1987；Ou 1985)，其中剪葉接種法(加來等 1980；守中等 1978a；Kauffman *et al*. 1973)具快速而簡便的優點，方便育種試驗之單株選拔，普遍被應用。目前臺灣水稻育

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2217 號。接受日期：94 年 2 月 15 日。
2. 本所植物病理系助理、副研究員、副研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。
3. 通訊作者，電子郵件：tfhsieh@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23338162。

種檢定抗白葉枯病之特性時，採用本田孕穗期剪葉測定，需要大面積種植，耗費龐大人力，無法進行大量篩選工作。

國外報告稻白葉枯病具有成株抗病性(Ezuka *et al.* 1974；Horino & Ezuka 1973；Wakimoto & Yoshii 1954；Zhang & Mew 1985)，因此找出適合供檢定接種用之水稻生育期至為重要。另外不同剪葉長度及剪葉位序的剪葉接種方式，對病害發生的影響應一併考量。加以田間存在稻白葉枯病菌不同的生理小種(張&謝 1999；廖&簡 1982；簡&謝 1989；山田等 1979；山本&小川 1990；守中等 1978a；堀 1978；Ezuka & Horino 1974；Horino & Mew 1980；Horino *et al*. 1981；Horino *et al*. 1983；Kaku & Kimura 1978；Mew & Vera Cruz 1979；Mew *et al*. 1981；Reddy & Ou 1976)，使抗病檢定工作更為繁重。本研究目的擬評估稻不同生育期對白葉枯病之抗感病性，並藉由接種技術之改良，期能訂定更方便準確的檢定接種方法，以裨益抗病育種工作。

材料與方法

菌株來源與製備

本研究之供試白葉枯病菌菌株，是由農業試驗所植物病理組稻作研究室原保存菌株中，選取致病力較強自屏東水稻罹病株採集得之 XM 79 為供試。使用時先以 Wakimoto 氏固體培養基(Ou, 1985)更新移植培養，然後移入 Wakimoto 氏液體培養基，在室溫下振盪培養 72 小時，並以無菌水調整其濃度約在 $10^{9\text{-}10}$ cfu/ml 為供試接種源。

稻品種來源及種植方式

本研究由農業試驗所農藝組提供水稻品種，包括二個抗病品種台農 61 號和台農秈 18 號，二個感病品種台農 67 號和台中秈 3 號，共四個品種供試。於 1994 年二期作和 1995 年一期作分別栽植於溫室盆栽及農試所試驗田。溫室苗期試驗是以 60×30×8 cm 塑膠盒播種栽植，土厚度約 6 cm，每盆播種 1000 顆稻種，苗距 1cm，播種後生長至 30 天、45 天和 60 天時供接種。每品種每一處理接種 1 盆，設三重複。溫室成株試驗則於播種後 2-3 週稻苗移植於直徑 16 cm，高度 19 cm 之塑膠盆，每盆植稻 1 叢，每叢 5 株苗，俟孕穗期和抽穗期時接種。每品種每一處理接種 5 叢，三重複共 15 叢。田間試驗於農試所 37 號田區進行，採完全區集設計(CBD)，每品種每一處理三重複，每重複栽植 30 叢(3 行×10 行)，株距 22.5×22.5 cm，至抽穗期時供接種。每品種每一處理接種 6 叢，每叢只接 1 株，三重複共 18 株稻株。不論溫室或田間栽培，施肥量均以每 10 公畝基肥為氮肥 30 kg，磷肥 30 kg，鉀肥 10 kg 的量計算，分二次施用，並依一般稻作栽培方式管理。

水稻不同生育期對病害檢定之影響

於溫室栽植台農 61 號、台農 67 號、台農秈 18 號和台中秈 3 號等四種供試水稻品種，俟秧苗生長至播種後 30、45 和 60 天齡期，及稻苗經 2-3 週生長後移植於盆栽生長至孕穗期和抽穗期之稻株，全部依剪葉法(Kauffman *et al.* 1973)分別以剪刀沾浸 XM 79 細菌培養液進行接種，剪除任意葉片長度，但不超過全葉 1/2 長為度。二週後調查其罹病指數，並比較各生育期對白葉枯病反應之異同。

剪葉長度對水稻抗感病性檢定之影響

田間栽植上述四種供試稻品種，於抽穗時進行剪葉接種試驗。接種時依上述剪葉法分別以 1/2、1/4 和 1/8 等三個不同剪葉長度，接種四個供試稻品種。每一剪葉長度處理每品種接種 6 株，三重複共 18 株，都自劍葉(第一葉)往下共剪取四個位序葉片。二週後調查各剪葉之罹病指數，並比較和分析各稻品種不同剪葉長度處理間，對白葉枯病罹病程度之異同。

剪葉位序對水稻抗感病性檢定之影響

於田間栽植上述四種供試稻品種，於抽穗時進行剪葉接種。接種時依剪葉法以 1/2 剪葉長度，自劍葉(第一葉)往下共剪四個位序葉片，每品種接種 6 株，三重複共 18 株稻株。二週後調查各剪葉位序之罹病指數，並比較和分析各稻品種不同剪葉位序處理間，對白葉枯病罹病程度之異同。

病害調查及統計分析

調查時依葉片發病面積佔全葉面積之百分率為其罹病指數之判定依據，發病面積率 1% 以下訂為 1 級，1-5% 為 3 級，6-25% 為 5 級，26-50% 為 7 級，51-100% 為 9 級(International Rice Testing Program 1980)。將試驗所得數據經鄧肯氏多軌域變方（Duncan multiple range test）分析處理間的差異性。

結　果

水稻不同生育期對病害檢定之影響

溫室中種植四個供試品種水稻，分別於五個稻生育期進行剪葉接種，結果顯示各品種之平均罹病指數，於 1994 年二期作與 1995 年一期作分別為 3.0-8.6 與 3.7-9.0。在 1994 年二期作各品種的罹病指數均以 30 天苗期接種時達最高，且與其他各生育期的罹病指數間呈顯著差異性(P＜0.05)；四個品種中，台農 61 號與台農秈 18 號在孕穗期接種時，罹病指數最低，且與各生育期之間呈顯著差異性(P＜0.05)，其餘品種各生育期之間則不呈明顯差異。1995 年一期作各品種不同生育期對白葉枯病罹病度之影響，亦呈現相近似的結果，顯示兩期作均以 30 天苗期稻株最易罹患白葉枯病 (表 1)。

另外就單一生育期，比較各品種對白葉枯病發病之影響，由 1994 年二期作的結果得知除抽穗期的稉稻外，其餘各生育期對白葉枯病之感病性，皆以稉稻品種之台農 67 號較台農 61 號高，秈稻品種是台中秈 3 號較台農秈 18 號高，表現出品種間不同之抗感病性反應。1995 年一期作試驗結果，除抽穗期的秈稻外，台農 67 號與台中秈 3 號水稻之各生育期對白葉枯病之感病性，都分別較台農 61 號與台農秈 18 號高 (表 1)。綜合溫室兩期作結果，發現除抽穗期外，以剪葉法做檢定均能很穩定地檢測出稉稻或秈稻品種間對白葉枯病不同之抗感病性。

表 1. 不同生育期接種對四個稻品種白葉枯病罹病度之影響

Table 1. Effect of inoculation at different rice growth stages on the disease index of bacterial blight on four rice cultivars in greenhouse

Year (crop)	Rice cultivar	Disease index[z] for growth stages inoculated				
		Heading	Booting	60DAS[y]	45DAS	30DAS
1994 (II)	Tainung 61	5.0 b B[x]	4.2 c B	4.7 bc B	5.2 b B	7.7 a B
	Tainung 67	6.3 b AB	5.7 b A	6.2 b A	6.4 b A	8.6 a A
	Tainung sen18	5.0 b B	3.0 c C	4.8 b B	4.9 b B	6.0 a C
	Taichung sen 3	6.5 b A	5.4 b A	6.4 b A	6.5 b A	8.6 a A
1995 (I)	Tainung 61	5.2 b B	3.7 b B	4.2 b C	4.5 b C	8.4 a B
	Tainung 67	6.5 b A	6.2 b A	6.2 b B	6.5 b B	9.0 a A
	Tainung sen18	5.4 bcB	4.2 c B	5.9 bc B	6.7 ab B	8.1 a B
	Taichung sen 3	5.4 b B	7.0 ab A	7.5 ab A	8.1 a A	9.0 a A

[z] Disease index：0=no symptoms, 1= less than 1%; 3=1~5%; 5=6~25%; 7=26~50% and 9=51~100% of leaf areas affected, and expressed as average disease indices of 150 infected leaves two weeks after inoculation.

[y] DAS = Days after sowing.

[x] Means in a raw and a column followed by the same lowercase letter and the same uppercase letter, respectively, are not significantly different at $P<0.05$, according to Duncan's multiple range test.

剪葉長度對水稻抗感病性檢定之影響

田間水稻生長至抽穗期時，依 1/2、1/4 和 1/8 不同剪葉長度接種四個供試品種水稻，結果顯示 1994 年二期作與 1995 年一期作的單一品種經不同剪葉長度接種後，白葉枯病罹病指數並無任何差異性存在 (表 2)。

田間試驗比較四個品種在單一種剪葉長度接種後，品種間白葉枯病的罹病情形，由 1994 年第二期作結果得知，稉稻品種之台農 67 號與台農 61 號僅在 1/2 剪葉長度時，其罹病指數有明顯差異($P < 0.05$)；秈稻品種的台中秈 3 號與台農秈 18 號以 1/2 與 1/8 剪葉長度的罹病指數亦具差異性。1995 年第一期作結果顯示台中秈 3 號與台農秈 18 號以剪葉長度 1/2 與 1/4 時，其罹病指數間存在明顯差異性，而其餘處理於稉稻或秈稻品種間則不具差異性 (表 2)。綜合兩期作結果得知，以 1/2 剪葉長度接種時，除第一期作稉稻外，都能檢定出稻品種間不同抗感病反應之差異。

剪葉位序對水稻抗感病性檢定之影響

由以上剪葉長度試驗結果，再就 1/2 剪葉處理接種各供試稻品種，以比較四個不同剪葉位序對病害發生之影響。1994 年二期作各單一品種的不同剪葉位序接種結果，台農 67 號四個位序之間罹患白葉枯病的指數無差異性存在；台農 61 號在接種第一與第四位序時，其罹病指數明顯高於第二與第三位序，而台農秈 18 號與台中秈 3 號在接種第四位序時，其罹病指數均高於其他三個位序。1995 年一期作的試驗結果，台農 61 號、台農 67 號和台農秈 18 號都以第四位序接種之罹病指數高於其他三個位序，台中秈 3 號四個位序間之罹病指數無差異性。綜觀兩期作的結果顯示，雖然單一品種不同位序接種時，其罹病指數間的差異性變化大，但任一品種接種都以第四位葉的罹病度為最高 (表 3)。

另就單一位序比較不同稻品種間白葉枯病的罹病情形，由表三結果得知，1994 年二期作之稉稻品種以第一至第三位序接種時，可明顯區別台農 67 號與台農 61 號間不同的抗感病性；秈稻品種以第一和第二位序接種時，能檢測出台中秈 3 號與台農秈 18 號不同的抗感病性，其罹病指數間呈顯著差異性($P < 0.05$)。1995 年一期作的稉稻品種於任何位序接種之罹病度，品種間都不呈現明顯差異；秈稻品種以第一至第三位序接種，可明顯區分品種間不同的抗感病性（表 3）。

表 2. 不同剪葉長度對四個稻品種白葉枯病罹病指數之影響
Table 2. Effect of inoculation by clipping off different length of leaves with bacteria-infested scissors on the disease index of bacterial blight on four rice cultivars in field test

Year (crop)	Rice cultivar	Disease index[z]		
		1/2[y]	1/4	1/8
1994 (II)	Tainung 61	5.1 a B[x]	5.9 a AB	5.5 a B
	Tainung 67	6.6 a A	6.8 a A	5.4 a B
	Tainung sen18	4.9 a B	4.9 a B	3.9 a C
	Taichung sen3	6.6 a A	6.4 a AB	8.3 a A
1995 (I)	Tainung 61	6.5 a AB	6.5 a AB	6.2 a A
	Tainung 67	7.0 a AB	7.5 a A	7.2 a A
	Tainung sen18	5.8 a B	5.9 a B	6.0 a A
	Taichung sen3	7.7 a A	7.4 a A	7.2 a A

[z] See the foot note z in Table 1.
[y] Proportions of a leaf clipped.
[x] Means in a raw and a column followed by the same lowercase letter and the same uppercase letter, respectively, are not significantly different at $P < 0.05$, according to Duncan's multiple range test.

表 3. 不同葉位序之葉片經 1/2 剪葉長度接種對四個水稻品種白葉枯病罹病指數之影響
Table 3. Effect of different rice leaf positions inoculated by clipping off half a leaf with bacteria-infested scissors on disease index of bacterial blight on four rice cultivars in field test

Year (crop)	Rice cultivar	Disease index[z]			
		1[y]	2	3	4
1994 (II)	Tainung 61	6.0 a B[x]	4.3 b B	4.1 b B	5.8 a A
	Tainung 67	7.7 a A	5.7 a A	5.5 a A	7.2 a A
	Tainung sen18	3.1 c C	4.2 bc B	5.4 ab A	6.8 a A
	Taichung sen 3	6.1 b B	6.2 b A	6.4 b A	7.9 a A
1995 (I)	Tainung 61	6.5 b B	5.6 b AB	5.9 b B	7.8 a A
	Tainung 67	7.0 b AB	6.1 c AB	7.0 b A	8.0 a A
	Tainung sen18	6.2 ab B	4.4 c B	5.2 bc B	7.4 a A
	Taichung sen 3	8.5 a A	6.6 a A	7.3 a A	8.9 a A

[z] See the foot note z in Table 1.
[y] The position of leaves at the heading growth stage. 1 represents the flag leaf, 2, 3 and 4 follow the order descending from 1.
[x] Means in a raw and a column followed by the same lowercase letter and the same uppercase letter, respectively, are not significantly different at $P < 0.05$, according to Duncan’s multiple range test.

討　論

抗病育種是防治稻白葉枯病害最佳的途徑。張和謝於 1999 年已針對臺灣水稻栽培品種及現有品系進行抗白葉枯病之篩選，並提供農藝人員進行抗病育種之參考。抗病育種工作首重抗病基因的存續，檢定各世代稻品系的抗感病性，對應以幾何倍數增長的稻品系，發展準確便捷的抗病檢定方法，實為一重要課題。根據國外報告，水稻對白葉枯病菌具有成株抗病性的現象，罹病反應會隨著水稻不同生長期而改變(Wakimoto & Yoshii 1954；Zhang & Mew 1985)；稻株在幼苗時並未能完全表現出對白葉枯病菌的抗病性(Horino & Ezuka 1973；Zhang &Mew 1985)。另外 Wase aikoku 3 水稻品種之抗病性會隨稻株之成長而增強，該稻品種及其類似稻品種之抗病性，於幼苗期時並未完全表現出來，因而提出成株之抗病性(Ezuka *et al*. 1974；Zhang & Mew 1985)。目前臺灣水稻育種過程中，採取孕穗期檢定抗白葉枯病特性。本研究測定水稻五個不同生育期對白葉枯病菌的抗感病性，結果發現以 30 天苗期之平均罹病指數最高，其餘四個生育期則差異不大，與國外之報告相吻合，亦具成株抗病性的現象；但由本研究之結果發現孕穗期是五個生長期中較具抗病性的時期(表 1)。由於以 30 天苗期做檢定接種之罹病程度最高，一些中抗病性品種恐怕不易被篩檢出來。又由試驗發現稻齡未移植苗 45-60 天之平均罹病指數與本田之成株期相近，且檢定稻品種間不同之抗感病性時，除抽穗期接種呈較不穩定外，其餘生育期皆適合供檢定用。如採苗期做抗病性檢定時，宜以 45-60 天為最適接種期。

剪葉接種後白葉枯病罹病度之調查，是以國際稻米研究所所訂稻白葉枯病之病害等級(International Rice Testing Program 1980)為依據，即依病斑佔葉片面積比例為基準。當田間接種時，因不同操作人員的人為因素，或同一稻叢不同葉片間的差異等，可能因剪葉長度長短不一而影響發病程度。又本研究發現水稻於抽穗期做剪葉接種，無法有效地區別稻品種間對白葉枯病抗感病性的差異。為檢討上述問題，遂進一步探討不同剪葉長度及位序對病害罹病度之影響。由結果得知各單一水稻品種經 1/2、1/4 和 1/8 等三個不同剪葉長度接種後，品種內各剪葉長度之間罹患白葉枯病之罹病指數並無任何差異；若就單一剪葉長度比較稻品種間不同之抗感病性時，發現以 1/2 剪葉處理，除第一期作稉稻外，可穩定地檢定出稻品種間不同之抗感病性。另外，再進一步探討以 1/2 剪葉長度處理，就各

單一水稻品種比較四個不同剪葉位序接種後對發病之影響，結果四個稻品種都以第四位葉的罹病度為最高。若檢定稻品種間不同之抗感病性，則第二期作之稉稻和秈稻以第一(劍葉)和第二上位葉做剪葉接種，或第一期作秈稻以第一至第三位葉剪葉處理時，可區別出品種間之抗感病性，遂得以解決先前於抽穗期以一般的剪葉法無法檢定出品種間不同抗感病性的問題。另外 1/4 剪葉長度處理於第二期作接種第二位序和第一期作接種第一至第三位序葉片，能區別秈稻品種間抗感病性之差異。1/8 剪葉長度處理於第二期作接種任何位序葉片，與第一期作第二和第三位序葉片接種，亦能區別秈稻品種間不同之抗感病反應。顯示抽穗期間以 1/4 和 1/8 剪葉長度接種，不能檢定出稉稻品種間之抗感病性。又謝氏 (1978)報告以急性萎凋型白葉枯病菌接種嘉農秈 11 號不同葉片，發現愈上位葉發生急性萎凋率愈高，與本試驗以第四位葉罹病度最高之結果不一致，是否與不同型菌株有關，應以試驗釐清。

水稻白葉枯病抗病育種之抗病檢定，目前是利用剪葉法，在本田期稻株於孕穗期期間進行抗病檢定。抗病育種工作既費時且費工，田間大量品系的檢定接種工作，在人力逐漸短缺的情況下，更增加其困難度。由本研究的實驗結果，我們建議抗病篩選可採旱田苗圃檢定。播種時苗距寬約 1-2cm，俟稻苗生長至 45-60 天時即行剪葉接種。本方法省時省工，有利於雜交後各世代抗病基因之追蹤檢定，並可提高抗病育種效率。

誌　　謝

本研究承行政院農業委員會計畫經費補助，謹致謝忱。

引用文獻

張義璋、謝麗娟。1999。抗臺灣地區白葉枯病之稻品種篩選。中華農業研究 48(3):101-109。

廖英明、簡錦忠。1982。水稻白葉枯病菌病原型之研究。農業研究 31(4):321-333。

臺灣省政府農林廳。1966-1997。植物保護工作檢討報告。農林廳編印。

謝式坢鈺。1971。稻白葉枯病抗病性檢定。p.113-122。稻作病害。農復會刊印。臺北。

謝式坢鈺。1978。影響水稻白葉枯急性萎凋病徵發生之因子。p.185-198。水稻病虫害：生態學與流行學。

謝式坢鈺。1991。臺灣水稻白葉枯病發生近況與展望。臺灣省農業試驗所特刊 32:117-130。

簡錦忠、洪雲卿。1970。稻白葉枯病之研究 1.接種方法之檢討及稻品種抗病性測定。農業研究 19:1-5。

簡錦忠、謝麗娟。1989。本省稻白葉枯病菌病原群之研究 I.判別品種之探討。中華農業研究 31(4):321-333。

山田利昭、堀野修、佐本四郎。1979。ィネ白葉枯病抵抗性に關する遺傳育種學的研究。第一報 白葉枯病菌 I-V 菌群に對するニっ新しぃ反應型品種群の發現。日植病報 45:240-246。

山本剛、小川紹文。1990。海外ニュ-ス:ィネ白葉枯病に關する國際稻研究所(IRRI)との共同研究。植物防疫 44(9):20。

加來久敏、木村俊彥、堀真雄。1980。剪葉接種法にするィネ品種の白葉枯病に對する量的抵抗性の檢定。中國農試報 E (17):17-32。

向秀夫、吉田孝二。1951。稻白葉枯病の新しぃ接種方法にっぃて。日植病報 15:179。

守中正、木村俊彥、堀真雄。1978a。近畿，中國地域內に分佈するィネ白葉枯病菌の菌系。中國農試報 E(14):1-6。

守中正、加來久敏、堀真雄、木村俊彥。1978b。ィネ白葉枯病の剪葉接種法の適用條件に關する研究。中國農試報 E(13):1-16。

吉村彰治。1962。稻白葉枯病の發生生態に關する診斷學的研究。北陸農試報第 5 號:27-176。

和佐野喜久生。1982。ィネ白葉枯耐病性品種の育成法について。日作九支報 49:7-14。

堀野修。1978。最近の日本におけるィネ白葉枯病病系の分布。日植病報 44:297-304。

Ezuka, A. and O. Horino. 1974. Classification of rice varieties and *Xanthomonas oryzae* strains on the basis of their differential interactions. Bull. Tokai-Kinki. Natl. Agric. Exp. Stn. 27:1-19.

Ezuka, A., Y. Watanabe, and O. Horino. 1974. Difference in resistance expression to *Xanthomonas oryzae* between seedlings and adults of Wase Aikoku group rice varieties. Bull. Tokai-kinki Natl. Agric. Exp. Stn. 27:20-25.

Horino, O. and A. Ezuka. 1973. A simple screening method for bacterial leaf blight resistance of rice varieties derived from Wase Aikoku 3. Proc. Assoc. Plant Prot. (Hokuriku) 21: 29-32.

Horino, O. and T. W. Mew. 1980. Resistance of Japanese and IRRI differentials to pathotyps of *Xanthomonas oryzae* in the Philippines. Collaborative Research Project on Bacterial Blight Between IRRI-TARC.

Horino, O., T. W. Mew, G. S. Khusk, and A. Ezuka.1981. Comparison of two differential systems for distinguishing pathogenic groups of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 47:1-14.

Horino, O, B. H. Siui, S. A. Miah, and T. W. Mew. 1983. Virulence of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* isolated in Indonesia and Bangladesh. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 49:191-199.

International Rice Testing Program. 1980. Standard Evaluatuon System for Rice. 2nd ed. IRRI, Philippines, 44 pp.

Kaku, H. and T. Kimura. 1978. Reaction types of rice cultivars to strains of *Xanthomonas oryzae*. Bull. Chugoku. Natl. Agric. Exp. Stn Ser. E. No.13:17-35.

Kauffman, H. E., A. P. K. Reddy, S. P. Y. Hsieh, and S. D. Merca.1973. An improved technique for evaluating resistance of rice varieties to *Xanthomonas oryzae*. Plant Dis. Rep. 57:537-541.

Mew, T. W. 1987. Current status and future prospects of research on bacterial blight of rice. Annu. Rev. Phytopathol. 25:359-382.

Mew, T. W. and C. M. Vera Cruz. 1979. Variability of *Xanthomonas oryzae*：Specificity in infection of rice differentials. Phytopathology 69:152-155.

Mew, T. W., C. M. Vera Cruz, and R. C. Reyes. 1981. Characterization of resistance in rice to bacterial blight. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 47:58-67.

Ou, S. H. 1985. Bacterial leaf blight. p.61-96. *in*：Rice Diseases. Commonwealth wealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 380 pp.

Reddy, O. R. and S. H. Ou. 1976. Characterization of *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dowson, the bacterial blight pathogen of rice. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 42:124-130.

Wakimoto, S. and H. Yoshii. 1954. Seasonal change of resistance of rice plants against leaf-blight disease. Sci. Bull. Fac. Agric. Kyushu Univ. 14:475-477.

Wasano, V. and M. P. Dhanapala. 1982. Genetic analysis and selection for the polygenic resistance to bacterial leaf blight (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) of rice. Jpn. J. Trop. Agric. 26(3):130 -139.

Zhang, Q. and T. W. Mew. 1985. Adult-plant resistance of rice cultivars to bacterial blight. Plant Dis. 69:896-898.

Improvement of Resistant Screening Techniques for Bacterial Leaf Blight of Rice Caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*[1]

Lih-Jiuan Hsieh[2] ,Yih-Chang Chang[2] and Ting-Fang Hsieh[2,3]

Summary

Hsieh, L. J., Y. C. Chang, and T. F. Hsieh. 2005. Improvement of resistant screening techniques for bacterial leaf blight of rice caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. J. Taiwan Agric. Res. 54: 15-22.

The objectives of this study were to evaluate the susceptibility of rice cultivars at different growth stages to bacterial leaf blight of rice caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* by the leaf clipping inoculation method and to determine effects of clipping off leaves at different lengths and different positions on the disease reaction. The experiments were conducted at the second crop of 1994 and the first crop of 1995 in a greenhouse and in the Institute's experimental field. Inoculation of plants at 30, 45 and 60 days after sowing (DAS), and at booting and heading stages of four rice varieties including two indica (Tainung sen 18, resistant and Tainung sen 3, susceptible) and two japonica (Tainung 61, resistant and Tainung 67, susceptible) rice showed that the 30 DAS stage was the most susceptible to infection of the bacterial pathogen in each variety. Except the heading stage, the inoculation at all growing stages could distinguish the resistant and susceptible varieties. This suggests that the result of resistant screening at 45 or 60 DAS stage was similar to that normally evaluated at the booting stage in Taiwan. At the heading stage, there was no significant difference in disease severity of a rice variety among inoculations by clipping off half, one-fourth, and one-eighth length of leaf. However, the inoculation by cutting half length of leaf could evaluate the disease resistance among the four rice varieties, except the japonica variety in the first crop trials. In addition, the inoculation method with cutting half length of leaf on the 1st and 2nd leaf from top could consistently distinguish the disease resistance of the rice varieties, except the japonica variety in the first crop trials.

Key words: Rice, Bacterial leaf blight of rice, Resistance screening techniques.

---

1. Contribution No.2217 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: February 15, 2005.
2. Respectively, Research Assistant, Associate Researcher, and Associate Researcher, Plant Pathology Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Corresponding author, e-mail: tfhsieh@wufeng.tari.gov.tw；Fax: (04)23338162.

台灣農業研究(J. Taiwan Agric. Res.) 54:23~31 (2005)

蔬果添加物對銅皮石斛實生苗瓶內培養之影響 [1]

蕭翌柱[2] 楊淑如[2] 陳威臣[2] 夏奇鈮[2,4] 蔡新聲[3]

摘　　要

蕭翌柱、楊淑如、陳威臣、夏奇鈮、蔡新聲。2005。蔬果添加物對銅皮石斛實生苗瓶內培養之影響。台灣農業研究 54:23-31。

石斛為我國重要的傳統藥材之一，部份珍貴野生品種已瀕臨絕種，宜建立其組織培養大量繁殖種苗的技術。本試驗以銅皮石斛(*Dendrobium moniliforme* (L.) Sweet)為材料，在培養基中添加豆薯、馬鈴薯、甘薯及香蕉等蔬果類物質，以進行實生苗繼代培養基配方改良。結果顯示，在含 1/2MS 基本鹽類培養基中添加 80～100 g/l 香蕉泥，可增加實生苗株鮮重；小苗生長初期，如直接培養於含 80 g/l 豆薯添加物或含 20 g/l 甘薯添加物之培養基，能適度增進種苗植株高度；此外，在含有 80～100 g/l 馬鈴薯添加物之培養基中成長的植物體，烘乾後有較高的乾物重，體內蓄積較多的固形物質，可能有利於提高瓶苗馴化移植成活率。

關鍵詞：銅皮石斛、培養基、實生苗、瓶內培養。

前　　言

「石斛」自古以來即為我國重要的傳統藥材，別名林蘭、千年潤或長生草(中華本草編輯委員會 1999)，《神農本草經》將之列為草部上品(蜀漢三國時期吳普等編撰 1982 重刊)。其性味甘淡鹹平、無毒，能除痺下氣、補五臟虛勞、強陰益精且久服可厚腸胃(明李時珍 1977 重刊)，現代藥效分析發現，此類藥材含有石斛鹼、石斛氨、石斛次鹼以及黏膠質等成分，對於解熱鎮痛頗有效用(顏 1980；顏 1994)；近年也有學者研究報導，石斛萃取物能提高視網膜色素上皮細胞(RPE)對醣化蛋白質降解活性，並對肝生長因子的基因表現有促進作用，具有發展成為獨特眼科用藥的潛力(吳 2003)。

台灣位居亞熱帶地區，氣候溫和、雨量豐沛，長久以來即為石斛屬植物重要分佈區域，例如，自生於北部及東部海拔 500-1600m 杉木或雜木林間之黃花石斛和清水山石斛(*D. tosaense* Makino var. *Chingshuishanianum* Ting) (應 1990)、附生於海拔 1000m 近頂樹幹，可作觀花用途且向陽性強的金草石斛(*D. clavatum* Lindl.)，以及廣佈於全島海拔 800-2500m，野生族群蘊藏數量尚稱完整豐富的銅皮石斛〔*Dendrobium moniliforme* (L.) Sweet〕(林 1975； 包等 2001)。雖然在 1970 年代以前，台灣曾生產大量的石斛藥材(張＆蔡 1992)，可惜，當時自然保育觀念尚未普及，一些珍貴稀有品種幾乎被採挖

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2218 號。接受日期：94 年 2 月 22 日。
2. 本所農藝組助理研究員、助理研究員、助理研究員及副研究員。臺灣　臺中縣　霧峰鄉。
3. 朝陽科技大學生物技術研究所教授。臺灣　臺中縣　霧峰鄉。
4. 通訊作者，電子郵件：hsia@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23302806。

殆盡，導致目前國內所用的石斛藥材絕大部份仍仰賴大陸進口。因此，若能在兼顧種原保護的前提下，積極開發以組織培養技術大量繁殖本土性藥用石斛種苗，將可充分提供國人基原可靠且產量穩定之珍貴藥材。

目前，*D. antennathum* 和 *D. phalaenopsis* 可以利用微體培養大量繁殖種苗 (Kukulczanka & Wojciechowska 1983)；由莖段培植體能誘導產生許多不定芽(Nayak *et al.* 1997)；鐵皮石斛(*D. candidum*)的芽球體、莖頂及種胚也曾被當作培育對象(Liu & Zhang 1998；劉等 1988；張等 1992)，但是，在培養基中添加不同含量的豆薯、甘薯並與一般常用的香蕉、馬鈴薯(張等 2000)進行評比之文獻尚不多見，因此，本試驗即以銅皮石斛為標的，嘗試進行實生苗繼代培養基配方改良，以尋求最有益於實生苗成長的蔬果添加物種類與用量，此一研究成果應用於優良石斛種苗之商業量產，將更能提升產品的品質且為農村之發展創造有利契機。

材料與方法

供試材料來源

選取株齡已達 3-4 年之台灣原生銅皮石斛植株種植於含蛇木屑及水苔之栽培介質進行促成栽培，每週澆水 1-2 次並適度施用花寶三號(氮：磷：鉀＝10：30：20)1000 倍水溶液以促進其生長，待花朵開花後 2-5 天(圖 1A)，進行人工異花授粉，待果莢成熟後(約授粉後 110 天)可供無菌播種之用(圖 1B)。

果莢無菌播種程序及實生苗培育

成熟果莢採收後，以 70% 酒精消毒果莢外部 30 秒；再以 0.5% 次氯酸鈉溶液消毒殺菌 15 分鐘，置於無菌操作檯上用無菌水清洗 2-3 次後，取解剖刀切開果莢取出黃褐色鬆散狀種胚；將種胚播種於 1/2MS (Murashige & Skoog 1962)基本鹽類和 3% 蔗糖之固體培養基中，置於恆溫 25 ± 1℃、光照強度 38 μmol・m^{-2}・s^{-1} 及 14 小時光周期環境中培養，播種後約 30 天可見種胚膨大發育(圖 1C)，待實生苗株高約 1cm 時可供作試驗材料。

供試培養基配製

供試之對照組培養基含有 1/2MS(大量元素減半)無機和有機鹽類、3% 蔗糖以及 8 g/l 洋菜(Difco Bacto-agar)，處理組再個別添加經果汁機打碎之豆薯、馬鈴薯、甘薯或 80%成熟度之香蕉泥，用量分別為 20 g/l、40 g/l、60 g/l、80 g/l、100 g/l 和 120 g/l。培養基在加入凝膠物質前，先用 0.5N NaOH 或 HCl 溶液將 pH 值調整為 5.7±0.1，再分裝於 500 ml 玻璃瓶內，每瓶加入 100 ml 培養基後置於溫度 121℃、壓力 15 lb/in^2 (1.05 kg/cm^2)之殺菌釜內，高溫高壓滅菌 15 分鐘再取出放冷備用。試驗進行時，每瓶接種 15 株幼苗，每個處理 5 瓶，於培養 90 天後取樣調查其平均株高和平均鮮重，此外，將調查鮮重後之植株置入烘箱內，在 60℃溫度下烘乾並稱取乾物重，據此得到供試植株之乾/鮮重比值。

試驗結果之統計與分析

試驗數據及資料，依學者發表的分析方法(Compton 1994)進行最小顯著性差異比較(least significant difference, LSD)以比較其差異。

結　果

豆薯含量對銅皮石斛實生苗生育之影響

在繼代培養基中添加不同含量的豆薯泥，對銅皮石斛實生苗生育之影響如表 1 所示，添加 80 g/l 豆薯實生苗平均株高最高達到 6.5 cm，顯著優於其它處理組(4.3-5.3 cm)及對照組(4.4 cm)。此外，在

植株平均鮮重的試驗結果顯示，凡培養基中添加豆薯之處理組，對植株鮮重似有一些促進作用，其中豆薯含量達 60-100 g/l 者，平均鮮重介於 0.27-0.32 g，略高於添加 20、40 和 120 g/l 豆薯之處理組(0.22、0.22 及 0.19 g)以及對照組(0.16 g)。然而，將上述各處理組獲得的樣本烘乾後，換算乾物重/鮮重比值時發現，不添加豆薯的對照組(0.15)似乎略高於其它處理組(0.09-0.12)。

馬鈴薯含量對銅皮石斛實生苗生育之影響

表 2 結果顯示，培養基添加馬鈴薯對於促進實生苗植株平均高度，雖以添加 40 g/l 之處理組得到 4.7 cm 為最高數值，但與對照組之 4.5 cm 相比並無顯著差異，甚至當馬鈴薯添加量愈高，反而有抑制苗株長高的趨勢。此外，類似結果也顯示在增加植株平均鮮重的試驗上，凡培養基中添加馬鈴薯之處

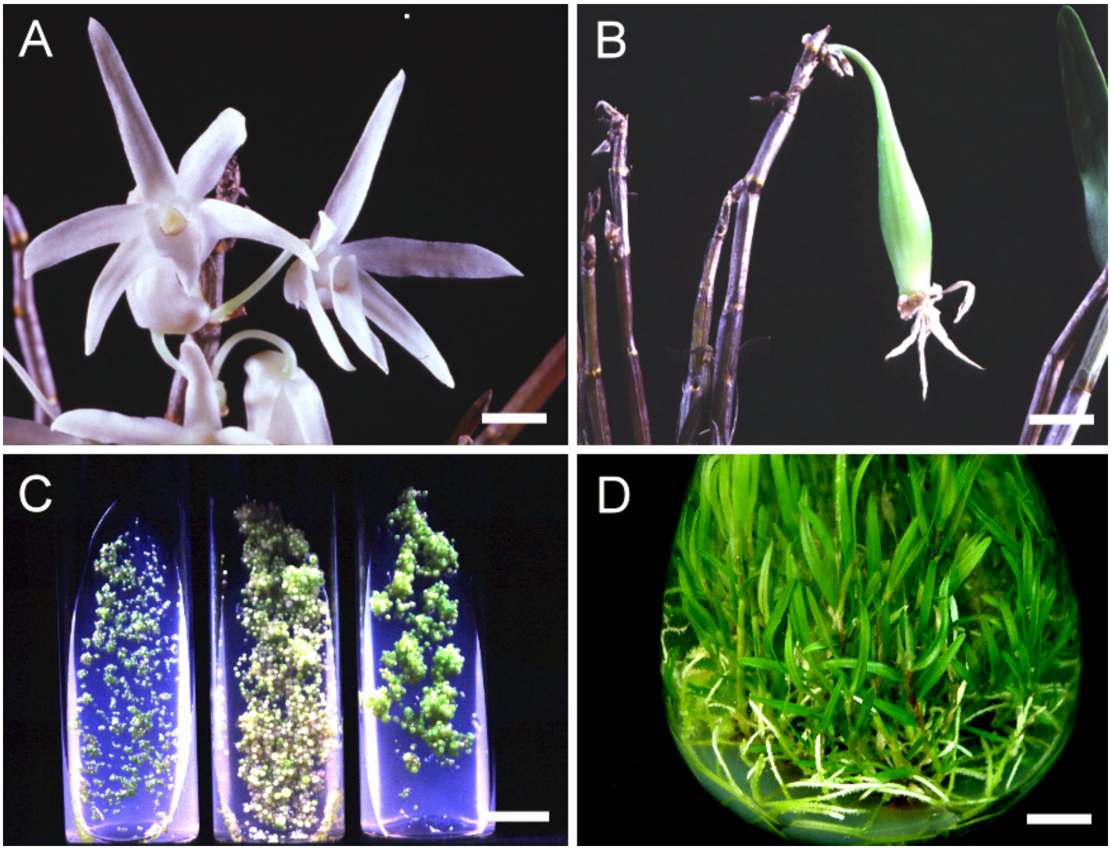

圖 1. 藥用銅皮石斛外觀形態及瓶內培養。

A. 植株及花朵形態，比例尺＝7 mm； B. 授粉後發育成熟的果莢，比例尺＝8.5 mm； C. 無菌播種 30 天後萌芽的種胚，比例尺＝10 mm； D. 銅皮石斛實生苗瓶內培養，比例尺＝15 mm。

Fig. 1. The appearance of *Dendrobium moniliforme* (L.) Sweet - an important terrestrial medicinal orchid and the seedling cultured *in vitro*.

A. Plants and flowers of *D. moniliforme*. Bar=7 mm; B. Mature capsule after hand-pollination. Bar=8.5 mm; C. Appearance of seed germination after 30 days cultured *in vitro*. Bar=10 mm; D. Well-developed seedlings cultured in 500 ml Erlenmeyer flask. Bar= 15 mm.

理組，皆對鮮重無顯著的促進作用，其中除含量在 40 g/l 之處理組(0.15 g)尚維持與對照組(0.16 g)有近似的鮮重外，其於各處理組的平均鮮重皆低於 0.1 g。但是，當換算樣本乾物重/鮮重比值時卻發現，不添加馬鈴薯的對照組數值最低(0.15)，添加 80 g/l 和 100 g/l 的處理組數值較高(皆為 0.24)。

甘薯含量對銅皮石斛實生苗生育之影響

培養基中甘薯含量在 20 g/l 時，能顯著提升種苗平均株高達 6.1 cm(表 3)；甘薯含量為 40、60、80 和 100 g/l 時，種苗平均株高分別為 5.3 cm、4.7 cm、4.8 cm 及 4.4 cm，與對照組之 4.4 cm 植株高度比較並無顯著差異；如甘薯用量達到 120 g/l，卻使株高降為 3.9 cm。培養基中添加甘薯 20～100 g/l 時，調查種苗平均鮮重介於 0.23～0.35 g，顯著優於添加 120 g/l 甘薯之處理組(0.16 g)和對照組(0.16 g)。如再計算樣本乾物重/鮮重比值，則以添加 120 g/l 甘薯之處理組數值最高(0.20)，添加 40 g/l 和 100 g/l 的處理組數值最低(皆為 0.12)，添加 20、60 和 80 g/l 之處理組，其乾物重/鮮重比值分別為 0.16、0.17 和 0.16，略高於對照組之 0.15 比值。

香蕉含量對銅皮石斛實生苗生育之影響

表 4 結果顯示，培養基中添加不同含量香蕉泥的處理組，其平均植株高度為 2.9～4.３ ㎝，與對照組(4.4 cm)比較發現並無顯著差異。此外，添加 80 g/l 香蕉能顯著增加種苗鮮重達 0.44 g，略優於添加 100 g/l 處理組，也顯著優於 40 g/l、60 g/l 和 120 g/l 處理組之 0.32 g、0.29 g 和 0.33 g，更高於對照組之 0.16 g 和添加 20 g/l 之處理組(0.15 g)。如計算樣本乾物重/鮮重比值卻發現，除添加 100 g/l 香蕉之處理組數值較高外(0.17)，其它各處理組之數值(0.09-0.12)皆低於對照組(0.15)。

表1. 培養基添加不同含量豆薯泥對銅皮石斛實生苗生育之影響[z]
Table 1. Effect of supplementing yambean homogenate in culture medium on seedling development of *Dendrobium moniliforme* (L.) Sweet[z]

Yambean homogenate (g/l)	Average plantlet height (cm)	Average fresh weight (g/ plantlet)	Dry weight / fresh weight
0	4.4 b [y]	0.16 d	0.15
20	4.9 b	0.22 bc	0.10
40	4.8 b	0.22 bc	0.09
60	5.3 b	0.27 ab	0.10
80	6.5 a	0.28 ab	0.12
100	5.2 b	0.32 a	0.11
120	4.3 b	0.19 c	0.12

[z] Basal medium：Half-strength MS basal inorganic salts with 3% sucrose, and 8g/l Difco Bacto-agar, pH=5.7.
[y] Means followed by the same letter within a column are not significantly different from each other at the 5% level by LSD test.

表2. 培養基添加不同含量馬鈴薯泥對銅皮石斛實生苗生育之影響[z]
Table 2. Effect of supplementing potato homogenate in culture medium on seedling development of *Dendrobium moniliforme* (L.) Sweet[z]

Potato homogenate (g/l)	Average plantlet height (cm)	Average fresh weight (g/ plantlet)	Dry weight / fresh weight
0	4.4 ab [y]	0.16 a	0.15
20	3.7 abc	0.09 bc	0.23
40	4.7 a	0.15 ab	0.17
60	3.5 abc	0.10 abc	0.21
80	3.2 bc	0.09 c	0.24
100	3.2 bc	0.08 c	0.24
120	2.9 c	0.07 c	0.21

[z, y] Same as Table 1.

表3. 培養基添加不同含量甘薯泥對銅皮石斛實生苗生育之影響[z]
Table 3. Effect of supplementing sweet potato homogenate in culture medium on seedling development of *Dendrobium moniliforme* (L.) Sweet[z]

Sweet potato homogenate (g/l)	Average plantlet height (cm)	Average fresh weight (g/ plantlet)	Dry weight / fresh weight
0	4.4 bc [y]	0.16 b	0.15
20	6.1 a	0.23 ab	0.16
40	5.3 ab	0.30 ab	0.12
60	4.7 abc	0.35 a	0.17
80	4.8 abc	0.31 ab	0.16
100	4.4 bc	0.34 a	0.12
120	3.9 c	0.16 b	0.20

[z, y] Same as Table 1.

表4. 培養基添加不同含量香蕉泥對銅皮石斛實生苗生育之影響[z]
Table 4. Effect of supplementing banana homogenate in culture medium on seedling development of *Dendrobium moniliforme* (L.) Sweet[z]

Banana homogenate (g/l)	Average plantlet height (cm)	Average fresh weight (g/ plantlet)	Dry weight / fresh weight
0	4.4 ab [y]	0.16 c	0.15
20	2.9 b	0.15 c	0.12
40	4.0 ab	0.32 b	0.10
60	3.5 ab	0.29 b	0.11
80	4.3 a	0.44 a	0.12
100	4.1 ab	0.34 ab	0.17
120	3.4 ab	0.33 b	0.09

[z, y] Same as Table 1.

討　論

石斛屬(*Dendrobium*)為蘭科第二大屬植物，廣泛分布於熱帶與亞熱帶高溫多溼的森林地區，由於種類及數量繁多、雜交品系形態迥異，加上可以供作觀花用途或藥材來源，因此，不但深具經濟價值，也廣受消費者的喜愛(Hawkes 1970；Jones *et al.* 1998)。近世考據發現，中國古代所用的「石斛」藥材其實包含數種形體相近的基原植物，例如，安徽省霍山地區就以出產霍山石斛(*Dendrobium huoshanese* Tang et Cheng)、鐵皮石斛(*D. candidum* Wall. Ex Lindl.)和黃花石斛(*D. tosaense* Makino)名聞中外，但因多年來山林破壞日益嚴重加上歷經長期漫無節制的挖採，已使自然資源逐漸枯竭，上述珍貴的野生石斛甚至列名「瀕臨絕種野生動植物國際貿易公約」(簡稱 CITES) 附錄二之保護對象，登錄的原植物產製品出口或輸入皆受嚴格管制(宋 2002)。

銅皮石斛是台灣自產石斛蘭中數量最多的一種，在自然原生地多藉由虫媒授粉，因此，變異性也較大(林 1975)。曾有研究指出(楊等 2001)，此一品種在授粉適期若以人工自花授粉，所獲得的結莢率最高僅有 10% ；如異花授粉則結莢率可達 100% ，顯示銅皮石斛應可歸類為常異交植物。一般蘭科植物的花朵經授粉後發育成熟的果莢種胚，藉由無菌播種技術，無需仰賴蘭菌的共生作用，在短時間內即可獲得大量實生苗。在種苗繁殖過程中，常依序配製發芽和繼代用培養基，以提供適當的營養物質促進植株快速生長，例如，鐵皮石斛體胚或試管苗營養素的來源可以使用 1/2MS (即 MS 所含大量

元素減半)基本鹽類配方(劉等 1988；張等 1993；顧等 1999)；培育美花石斛(*D. loddigesi*)和長距石斛(*D. wagii*)等數種石斛蘭，以改良的 N6 基本鹽類配方最佳(曾等 1988； 曾＆程 1996)；若將台灣一葉蘭(*Pleione formosana*)種胚培養於內含 Knudson's C (Knudson 1946) 基本鹽類配方的培養基，有助於原球體和小苗之成長茁壯(莊＆李 1986)。本研究未發表試驗結果顯示，以含有 1/2MS 無機和有機鹽類作為營養素來源，對於銅皮石斛種胚萌芽及苗株生育，皆有良好的促進作用。

配製蘭科植物種胚發芽和繼代用培養基，除含有上述基本營養鹽類外，添加適量的新鮮蔬果汁也可以供給養分和天然生長素，並具有提高種胚萌芽及增進種苗發育的效用(Arditti 1967)。據學者研究指出，培養基添加活性碳和馬鈴薯泥，有助於芭菲爾拖鞋蘭(*Paphiopedilum ciliolare*)種胚萌芽和實生苗的發育(Pierik *et al.* 1988)；在培養基中添加 15～45 g/l 馬鈴薯或 25 g/l 蘋果，也可促進素心蘭(*Cymbidium ensifolium* var. misericors)種胚萌芽(呂等 1992)；鐵皮石斛種苗的培育過程，如在含有 N6 基本鹽類的培養基中，加入 20 g/l 蔗糖和 100 g/l 香蕉泥，不但能使苗株更粗壯且有誘導發根的作用(曾＆程 1996)；此外，在 1/2MS 培養基中加入 20% 馬鈴薯抽出物質，也能促進鐵皮石斛原球莖的分化並增加鮮重(張等 1993)，但是，添加 20% 香蕉泥卻會使原球莖生長不良甚至褐化死亡，如使用 20% 荸薺抽出物質，對於原球莖分化成小苗的整齊度影響並不明顯(張等 1992)；另有報導指出，添加 25 ～100 g/l 香蕉泥能增進蝴蝶蘭(*Phalaenopsis*)種胚萌芽和小苗生長，但用量高達 150 g/l 時，反而會降低種胚萌芽率(Ernst *et al.* 1970；莊＆李 1986)。

本項研究在 1/2MS 培養基中添加常用的馬鈴薯和香蕉泥，也嘗試使用豆薯及甘薯泥，並評估對於銅皮石斛實生苗發育之影響。培養基中含 80 g/l 的豆薯添加量似為較佳用量(表 1)，能促進苗株生長且增加鮮重，不過，各處理組樣本乾/鮮重比值偏低，推測植株內部水分含量稍高。馬鈴薯添加物似乎無明顯增進苗株高度和鮮重的作用(表 2)，但是各處理組樣本乾/鮮重比值，卻隨著馬鈴薯含量遞增而升高，推估植株內部固形物質累積量也逐漸增加，尤其用量在 80～100 g/l 時比值最高(表 2)。甘薯添加物在 20 g/l 低濃度用量雖能顯著的促進苗株生長(表 3)，如使用 100～120 g/l 高濃度用量，反而抑制植株高度；此外，植株鮮重在添加 20～100 g/l 的甘薯含量間，隨著濃度遞增而逐漸升高，不過，評估各處理組樣本乾/鮮重比值，與對照組並無明顯差異，推測植株內部固形物的累積量與甘薯含量應無直接關連。香蕉添加物對苗株似乎也無顯著提升植株高度的效果(表 4)，但用量介於 80～100 g/l 時，卻能顯著增加鮮重且植株生長良好(圖 1D)。

上述四種蔬果添加物對銅皮石斛苗株生長之作用不盡相同，綜合評估及檢視表 1～4 各項試驗數據，歸納結果分述如下：(1)實生苗生長初期，如欲促進小苗株增殖生長，可以在 1/2MS 培養基中添加 80～100 g/l 香蕉泥，以適度增加苗株鮮重，但需縮短繼代時間，避免植株生長快速過於擁擠，造成徒長或養分不足；(2)在小苗生長階段，如直接培養於含 80 g/l 豆薯添加物或含 40～60 g/l 甘薯添加物之培養基，應能促進種苗單株成長；(3)實生苗植株繼代培養於含 80～100 g/l 馬鈴薯添加物之培養基，似能累積植物體內營養物質並減低水份含量，或許此種配方可作為探討種苗馴化出瓶技術和提高移植成活率之用。

本試驗過程中，也曾個別添加山藥、芋頭、紅蘿蔔及木瓜等根莖類蔬菜或水果，但是，培養銅皮石斛實生苗 90 天後，對於植株生育和成長皆無太大助益和影響(未發表)。豆薯添加物在蘭科植物組織培養研究的報導尚不多見，經由試驗結果也發現，使用此種根莖類蔬菜在銅皮石斛種苗量產之總體評價，似乎不及馬鈴薯、甘薯和香蕉添加物，尤其後兩者在培養基中添加適當含量時(甘薯 40～60 g/l、香蕉 60～100g/l)，獲得的繁殖率較高且生育表現也較佳，因此，值得提供未來在研究其它蘭科植物種苗繁殖技術之應用參考。

誌　　謝

本試驗研究承農委會經費補助(93 農科-4.1.2-農-C4；94 農科-5.1.4-農-C2)，特此申謝。

引用文獻

中華本草編輯委員會。1999。石斛。p.705-711。中華本草。上海科學技術出版社。上海。

包雪聲、順慶生、陳立鈷。2001。細莖石斛。p.77-79。中國藥用石斛彩色圖譜。上海醫科大學出版社。上海。

吳榮燦。2003。保健及藥用植物霍山石斛的開發與應用。p.4-5。藥用/保健植物論壇專刊。農業生物技術國家型科技計畫辦公室編印。台北市。

呂依倫、李志仁、李哖。1992。培養基成分對素心蘭種子無菌發芽之影響。中國園藝 38:161-169。

宋國彰。2002。台灣中醫藥現況及藥用植物貿易。台北野生物貿易研究委員會編印。台北市。104 pp。

李時珍(明朝)編撰。1977 重刊。石斛。p.1-2。本草綱目(中冊)卷二十。宏業書局有限公司印行。台北市。

林讚標。1975。金草石斛、銅皮石斛。p.122-123、p.136-137。台灣蘭科植物。王積祺出版。嘉義市。

莊錦華、李哖。1986。菸鹼酸、椰子汁與香蕉泥對台灣一葉蘭種子發芽與小苗生長之影響。中國園藝 32:132-138。

張賢哲、蔡桂花。1992。中藥炮製學。中國醫藥學院出版。台中市。731 pp。

張治國、王黎、劉驊、蔡志光、韓獻忠、趙立紅、羅紫娟。1993。鐵皮石斛原球莖分化適宜培養基研究。中國中藥雜誌 18:16-19。

張治國、劉驊、王黎、蔡志光、韓獻忠、趙立紅、羅紫娟。1992。鐵皮石斛原球莖增殖的培養條件研究。中草藥 23:431-434。

張明、夏鴻西、朱利泉、張玉進。2000。石斛組織培養研究進展。中國中藥雜誌 25:323-326。

曾宋君、程式君。1996。石斛的試管苗快速繁殖。中藥材 19:490-491。

曾宋君、程式君、張京麗。1988。五種石斛蘭的胚培養及其快速繁殖研究(摘要)。園藝學報 25:75。

蜀漢三國時期吳普等編撰。1982 重刊。石斛。p.57。神農本草經。清孫星衍、孫馮翼編輯。文光圖書有限公司印行。台北市。

楊淑如、蕭翌柱、陳威臣、蔡新聲。2001。藥用植物-銅皮石斛人工授粉時期及果莢發育之研究。中華農業研究 50:74-79。

劉瑞駒、蒙愛東、鄧錫青、李月榕。1988。鐵皮石斛試管苗快速繁殖的研究。藥學學報 23:636-640。

頤慧芬、祈曉君、周文婷、趙輝。1999。鐵皮石斛試管苗快速生長與栽培研究及多糖含量測定。中成藥 21:658。(摘要)

應紹舜。1990。黃花石斛、清水山石斛。p.174-179。台灣蘭科植物彩色圖鑑。著者自行出版。台北市。

顏昆熒。1980。石斛。p.15-16。原色常用中藥圖鑑。南天書局。台北市。

顏正華。1994。石斛。p.851-853。中藥學(下)。知音出版社。台北市。

Arditti, J. 1967. Factors affecting the germination of orchid seeds. Bot. Rev. 33:1-97.

Compton, M. E. 1994. Statistical methods suitable for the analysis of plant tissue culture data. Plant Cell Tissue. Organ. Cult. 37:217-242.

Ernst, R., J. Arditti, and P. L. Healey. 1970. The nutrition of orchid seedlings. Am. Orchid Soc. Bull. 39:599-605.

Hawkes, A. D. 1970. An illustrated, descriptive manual of the members of the Orchidaceae currently in cultivation. p.153. *in*: Encyclopedia of Cultivated Orchids. (Alex D. Hawkes ed.) Faber and Faber Limited Co., Great Britain.

Jones, W. E., A. R. Kuehnle, and K. Arumuganathan. 1998. Nuclear DNA content of 26 orchids (Orchidaceae) genera with emphasis on *Dendrobium*. Ann. Bot. 82:189-194.

Kukulczanka, K. and U. Wojciechowska. 1983. Propagation of two *Dendrobium* species by *in vitro* culture. Acta Hortic. 131:105-110.

Knudson, L. 1946. A new nutrient solution for germination of orchid seed. Am. Orchid Soc. Bull. 15:214.

Liu, H. and Z. G. Zhang. 1998. Studies on seedling development medium of *Dendrobium candidum* Wall. ex. Lindl. China J. Chin. Mater. Med. 23:654-658.

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15:473-497.

Nayak, N. R., S. P. Rath and S. Patnaik. 1997. *In vitro* propagation of three epiphytic orchids, *Cymbidium aloifolium* (L.) Sw., *Dendrobium aphyllum* (Roxb.) Fisch. And *Dendrobium moschatum* (Buch-Ham) Sw. through thidiazuron-induced high frequency shoot proliferation. Sci. Hortic. 71: 243-250.

Pierik, R. L. M., P. A. Sprenkels, B. Van der Harst, and Q. G. Van der Meys. 1988. Seed germination and further development of *Paphiopedilum ciliolare* Pfitz. *in vitro*. Sci. Hortic. 34:139-153.

Effect of Vegetable and Fruit Homogenates on Seedling Development of *Dendrobium moniliforme* (L.) Sweet Cultured *In Vitro*.[1]

Yih-Juh Shiau[2], Shu-Ru Yang[2], Uei-Chern Chen[2], Chi-Ni Hsia[2,4] and Hsin-Sheng Tsay[3]

Summary

Shiau, Y. J., S. R. Yang, U. C. Chen, C. N. Hsia, and H. S. Tsay. 2005. Effect of vegetable and fruit homogenates on seedling development of *Dendrobium moniliforme* (L.) Sweet cultured *in vitro*. J. Taiwan Agric. Res. 54: 23-31.

Shih-hu is an important traditional Chinese medicine. Due to some of shih-hu were near extinct for protection, an artificial seedling proliferation system for shih-hu is required urgently. An efficient protocol for *in vitro* propagation and development of *D. moniliforme* (L.) Sweet using the germinated seedling has been developed. The germinated seedlings (1 cm height) were sub-cultured on half-strength Murashige and Skoog's (MS) basal medium supplemented with different vegetable and fruit homogenate in various concentrations and 3% sucrose for further growth. The optimum fresh weight of seedlings after three months culturing were found on 80～100 g/l banana homogenate treatments. The longest height of plantlet were found on 80 g/l yambean homogenate. An increase in dry/fresh weight index was appeared when subculture seedling on the medium supplemented with 80～100 g/l potato homogenate which might be beneficial for acclimation *in vitro* seedling.

Key words: *Dendrobium moniliforme*, Medium, Seedling, *In vitro*.

---

1. Contribution No.2218 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: Frebuary 22, 2005.
2. Respectively, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist and Associate Agronomist, Agronomy Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Professor, Institute of Biotechnology, Chaoyang University of Technology, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail: hsia@wufeng.tari.gov.tw ; Fax: (04)23302806.

台灣農業研究(J. Taiwan Agric. Res.) 54:32~42 (2005)

唐菖蒲台農 2 號之育成 [1]

戴廷恩[2,4] 侯鳳舞[3]

摘　　要

戴廷恩、侯鳳舞。2005。唐菖蒲台農 2 號之育成。台灣農業研究 54: 32-42。

唐菖蒲為台灣主要切花之一，種植面積每年約 700 至 800 公頃，主要栽培品種均自國外進口，因此農業試驗所進行育種工作，以期選育自有品種。唐菖蒲（*Gladiolus hybridus* Hort.）新品種台農 2 號，原品系代號 E6，由民國 74 年自美國引進之商業品種—“Blaze”之自交後代選拔而來，歷經品系觀察試驗、比較試驗、區域試驗及調查分析等，確定園藝性狀優異，民國 93 年 4 月 23 日通過命名。本品種切花採收夏季約需 68-88 天，秋季約需 74-91 天，屬中晚生品種。小花數約 12-15 朵、花莖長約 110-120cm，可達外銷一級切花標準。花色為紅色系、花朵直徑約 8-11cm、切花壽命約 7-9 天。種球增重倍率約 3-5 倍，平均收穫小球莖數（直徑>0.5cm）約 200 粒/球。試驗期間，於一般栽培管理下，首腐病及灰黴病並未發生。台農 2 號為深紅色切花品種，消費市場接受度高，種球繁殖速率高，適合於台灣主要唐菖蒲產區（台中縣后里鄉、彰化縣北斗鎮等）栽培，極具推廣種植之潛力。

關鍵詞：唐菖蒲、紅色花、自交選拔、切花壽命。

前　　言

唐菖蒲（*Gladiolus hybridus* Hort.）為鳶尾科植物，葉片似劍所以又稱劍蘭（黃 1980，王 2000），本省花農亦稱其為福蘭，為世界重要園藝作物之一，可為庭園作物或切花用。原生種超過 150 種，是鳶尾科中最大的屬之一。主要原產於南非、熱帶非洲、地中海沿岸及小亞細亞等區域，包括南非(South Aferica)、史瓦濟蘭(Swaziland)、賴索托(Lesotho)、納密比亞(Namibia)、波紮那(Botswana)、馬達加斯加群島(Madagascar)及阿富汗(Afghanistan)等國家均可發現唐菖蒲的原生種，不過主要原生種還是集中於南非，有超過 150 種原生種集中分佈於西南端的好望角區域（Goldblatt 1996）。原生於南非的原生種，主要是二倍體（2n=30），地中海的原生種則主要是多倍體（2n=60~130）（王 1990）。

唐菖蒲為球莖花卉，球莖呈卵形或球形，外有纖維質膜狀鱗片保護。葉片呈劍狀或線形，基部葉鞘包莖（黃 1980）。花穗上單獨小花被包在二片苞片中，六個花被呈漏斗形，三個上花被通常較三個下花被為大（王 1990）。雄蕊三枚著生於花喉底部，單一心皮雌蕊，柱頭三裂，柱頭位置較花藥為高，

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2219 號。接受日期：94 年 2 月 28 日。
2. 本所花卉研究中心副研究員。臺灣　雲林縣　古坑鄉。
3. 本所花卉研究中心研究員兼主任。臺灣　雲林縣　古坑鄉。
4. 通訊作者，電子郵件：tedai@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(05)5820835。

子房下位（王 1993）。花色豐富，除真正的藍色之外，幾乎包含各種顏色（Wilfret 1980，1992）。唐菖蒲的根系有兩種：一是由母球莖基部長出之吸收根，另一種則是由子球莖基部所長出之牽引根（林 1991）。

唐菖蒲栽培歷史雖僅有百餘年，卻已躋身於重要花卉之列。考其原因乃由於唐菖蒲具許多其他球根類所無之特點：諸如花色豐富、栽培容易、病蟲害少、花期長、栽培成本低廉，球莖易於保存及產期調節，切花及球根包裝運輸方便不易損傷等優點，均遠非他種花卉可比（杜 1959）。唐菖蒲因為各國的品種改良結果，種類繁多，育種從英國開始，傳到法國、德國、荷蘭而到美國。在目前唐菖蒲中佔大多數的夏季開花品系，最初是由法國的 M. Beddinghaus 氏在 1839 年育成，而成為重要的親本。育種歷史上影響最大的 *G. primulinus* 原生種，在熱帶非洲維多利亞湖旁發現，1890 年首次在英國 Kew 植物園開花，因花型、花色均良好，性質強健，球根繁殖快，遂成為重要的親本（黃 1980，王 2000）。

臺灣唐菖蒲栽培始於日據時代，當時引進之品種極少，一般流行民間栽培僅有 P. W. Sission 一種（農民俗稱為 porter），此品種之小球莖（cormel，俗稱木子）增殖極為快速，但有花穗短、花數少、花色不佳等缺點（杜 1959）。光復後，由臺灣大學園藝系開始引種，1951 年自日本引入 14 種，1953 年及 1956 年鄒梅氏先後利用香港友人自荷蘭輸入 60 種深色優良品種。1957 年 3 月臺灣大學園藝系藉與美國加州大學合作之便，經 Dr. R. E. Baker 協助，以台灣菊花幼苗為交換條件，由美國農部 Emsweller 氏處引進 200 品種，其後臺灣大學理學院林耀堂氏並自西德攜回 40 品種（杜 1959）。之後，因臺灣大學園藝系杜賡甡教授移民加拿大，品種因而漸漸消失。約 10 至 20 年前，由政府與民間共同合作引種，於彰化縣農會所屬之北斗花卉中心及行政院農業委員會種苗改良繁殖場（前臺灣省農林廳種苗改良繁殖場），試種觀察篩選後，開始引入臺灣栽培，部份品種目前仍為栽培主流。

目前唐菖蒲已成為台灣三大切花之一，栽培面積佔第二位，每年約 500 至 700 公頃，為普受生產者及消費者喜愛的大眾切花。但產業發展上仍有下列瓶頸有待改進：1. 目前栽培品種，除台農 1 號外，均由國外引進，並沒有一個真正由國人自己育出，能溶入台灣風土環境的國產品種，且種球品質受制於進口國，每年耗費大量外匯；2. 部分品種冷藏後，開花性狀不良；3. 首腐病及灰黴病等主要病害之危害；4.市場對於不同花色品種之需求多元化。基於唐菖蒲品種改良之必要與急迫性，農業試驗所自民國 74 年起開始自國外引進商業品種試種，進行唐菖蒲品種之選育工作（戴 1996，1998）。歷經 12 年田間觀察與留種繁殖，選育出唐菖蒲優良品系 E9，花色為粉紅色系（花瓣外緣粉紅色，中央為淺淡黃色），89 年 5 月 12 日於農業試驗所，經農業委員會延聘學者及專家審查結果，獲出席委員全數同意，正式命名為「唐菖蒲台農 1 號」（戴等 2001）。唐菖蒲的使用大多集中於祭祀用花，粉紅色系切花品種的台農 1 號，消費者接受度受到一定程度的影響，而且種球繁殖速率並未有突出表現，因此有必要針對紅色系切花及種球繁殖速率做進一步的培育改良。

材料與方法

品系來源、育成方法及經過

農業試驗所於民國 74 年自美國引進 37 品種進行試種觀察。其中”Blaze”品種，花色為紅色、花蕊乳白，花型屬圓瓣型、平瓣、花徑約 9.6 公分、切花長約 90.3 公分，切花壽命可達 13 天。民國 75 年進行自交播種，後代於民國 77 年 8 月首次開花，自交後代選拔出 9 個品系，其中花色櫻紅、花梗長約 71 公分、小花數可達 16 朵，編號 E6。再經 81 年 2 月及 11 月，2 次田間觀察，確認性狀良好，於 82 年進入品系比較試驗。育成試驗年期如表 1 所示。

表1. 唐菖蒲台農2號試驗時程圖
Table 1. Chronicle of "Tainung No.2" gladiolus

Items of Trial	Time of Trial	Sites of Trial
Selection	Jan.-Dec., 1985	Wu-Feng
Propagation	Jan., 1986- Dec., 1988	Wu-Feng
Observation	Jan., 1989- Dec., 1992	Wu-Feng
Lines comparing	Oct., 1993- Mar., 1994	Wu-Feng
Lines comparing	Oct., 1994- Mar., 1995	Wu-Feng
Field trial		
Autumn, 1996	Oct., 1996- Dec., 1996	Ho-Li, Taichung
Autumn, 1996	Dec., 1996- Feb., 1997	Bei-Do, Chang-Hua
Summer, 1997	86.7—86.10	Ho-Li, Taichung
Summer, 1997	86.7—86.10	Bei-Do, Chang-Hua
Autumn, 2000	89.10—89.12	Ho-Li, Taichung
Summer, 2002	91.8—91.11	Bei-Do, Chang-Hua

品系比較觀察

82 年秋作於農業試驗所霧峰農場進行新品系之初步比較試驗，材料為經過初步篩選之紅色系雜交品系 E6，以 Hunting Song、Carqueiranne 及 Ben Venuto 為對照品種，採雙行畦種植。 84 年秋作於農業試驗所霧峰農場進行新品系之比較試驗，材料為初步品系比較試驗所選出之 E6 品系，以 Red Beauty、Cartago 及 Amsterdam 為對照品種，採雙行畦種植。

區域試驗

自 85 至 91 年，於台中縣后里鄉及彰化縣北斗鎮進行二季（秋、夏）共 6 次之區域試驗。兩地試區之田間設計均為完全逢機區集（RCBD）設計。以臺灣主要商業栽培品種為對照，所用種球均為 3 號球（周徑約 8-10cm）之開花球，購自種苗公司；雜交品系 E6 則選用農業試驗所自行留種之 3 號球等級開花球。田間管理依農民慣用方式種殖、施肥與噴藥，后里地區種植為雙行畦，北斗地區則為三行畦，行株距均約為 20X10cm。

因為唐菖蒲品種眾多，對照品種除以台灣主要商業栽培品種為主之外，部分品種選擇還配合農民作業。85 年秋作區域試驗自 85 年 10 月起至 86 年 2 月止，以 Hunting Song、Wig's Sensation、Advanced Red、Carqueiranne、Manhantan、Priscilla、Pr. Margareth Rose 等為對照品種；86 年夏作區域試驗自 86 年 7 月起至 86 年 10 月止，以 Hunting Song、Wig's Sensation、Advanced Red、Carqueiranne、Manhantan、Priscilla、Pr. Margareth Rose 等為對照品種；89 年秋作區域試驗自 89 年 10 月起至 89 年 12 月止，以 Carqueiranne、Cartago、Ben Venuto 及 Amsterdam 等為對照品種；91 年夏作區域試驗自 91 年 8 月起至 91 年 11 月止，以 Red Beauty、Ben Venuto 及 Eerde 等為對照品種。

園藝性狀調查

進行品系比較試驗及區域試驗時，分別調查下列園藝性狀之表現，以為評估之標準：

1. 平均抽芽率：種球發芽露土後之總發芽數，除以種植球數得之。2. 50%花芽可視日數：由種球定植日起至 50%以上花芽可辨視日之日數。3. 切花所需日數：由種球定植日起至第一支切花可採收之日數。4. 開花率：開花株數除以總種球數得之。5. 切花採收標準：第一朵小花露蕾顯色時，為採收標準，採收時，留下四片葉。6. 花梗直徑（flower stalk diameter）：最下位小花著生處之花梗直徑。7. 花梗長（flower stalk length）：全花梗長。8. 花梗重（flower stalk weight）：全花梗重。9. 小花朵數（number of florets）：花序上可辨視之小花總朵數。10. 花序長（inflorescence length）：由花梗頂端至

最下位花著生處之長度。11. 花序/花梗：第 10 項與第 7 項之比例。12. 花長：小花完全開放時，與花梗平行方向之長度。13. 花寬：小花完全開放時，與花梗垂直方向之寬度。14. 小花顯色朵數：第二朵花謝壽命終止時，小花露蕾顯色朵數。15. 小花開放朵數：第二朵花謝壽命終止時，小花開放（雌、雄蕊可視時）朵數。16. 第二朵花謝壽命：由切花瓶插至第二朵小花萎凋之日數。17. 收穫小球莖數：切花後約一個半月，逢機採收六粒種球算其平均著生小球莖（直徑大於 0.5cm）之數目。18. 種球增重倍率：切花後約一個半月，逢機採收六粒種球求其平均重除以種植前種球平均重得之。19. 冷藏後之切花品質：切花採收，於 4℃冷藏庫中直立儲藏（不浸水）一週後，調查第 14、15 及 16 項。20. 顏色性狀：依北美唐菖蒲協會（North American Gladiolus Council）（Wilfret 1980）及皇家園藝學會標準色票（Royal Horticultural Society 2001）為標準。

結 果

品系比較觀察

由試驗數據初步顯示 E6 品系在花莖長、小花數、花徑寬、花徑長、花莖直徑等性狀表現，較三個商業品種之表現為佳，切花壽命則無明顯差異（數據未附）。除小規模薊馬及斜紋夜盜蟲危害外，並無大規模、明顯之病害情形。

84 年秋作於農業試驗所霧峰農場進行新品系之比較試驗， E6 品系在花莖長除較 Amsterdam 為短之外，均較其它商業品種表現佳，達一公尺之一級外銷切花水準之上；小花數約有 15 朵，較 Red Beauty 為多，而少於 Cartago 及 Amsterdam；小花開放數略低，但切花壽命可達 7 天以上，顯示花軸小花開放速度緩慢；由花徑寬及花徑長可知 E6 屬中大輪花，大小與其它參試品種約略相同（表 2）。除小規模薊馬危害外，並無大規模、明顯之病害情形。

區域試驗

自 85 至 91 年，於台中縣后里鄉及彰化縣北斗鎮進行二季（秋、夏）共 6 次之區域試驗。

85 年秋作區域試驗，E6 於后里及北斗之種球平均抽芽數略高於其它參試品種（表 3）；定植至 50 %花芽可視約需 70-87 天，於后里地區之開花率為 95%，僅略低於 Carqueiranne，而較其它商業品種為佳，於北斗地區之開花率為 93%，略低於 Carqueiranne 及 Priscilla，而與 Hunting Song、Advanced Red、Manhantan、Priscilla 及 Pr. Margareth Rose 無明顯差異（數據未附）。由調查結果數據顯示，於后里及北斗之種植至切花日數，分別為 75 天和 91 天，屬中晚生品種。花梗直徑北斗地區，品種間並無明顯差異。花梗長則明顯較其它品種為長，均可達約 1.1 公尺以上。小花數達 11 朵以上，只少於 Carqueiranne，與 Wig's Sensation 及 Manhantan 無明顯差異，顯著高於其它品種；花序長約 38cm，花序/花梗約為 0.35，

表2. 唐菖蒲台農2號(E6)與商業品種之特性比較[z]
Table 2. Comparison of characteristics of gladiolus “Tainung No.2” (E6 line) and commercial varieties [z]

Line and varieties	Flower stalk length (cm)	Number of florets	Inflorescence length (cm)	Flower (cm)		Number of colored florets	Number of open up florets	Shelf life of 2’ floret (days)
				length	width			
E6	126.97± 5.34	15.33±1.51	41.17± 2.86	8.62±0.50	7.46±1.17	7.33±1.51	4.33±2.42	7.50±1.22
Red Beauty	108.16±11.55	12.00±2.12	41.40± 8.60	7.80±0.76	6.96±0.86	11.40±2.07	8.00±1.87	4.80±0.45
Cartago	122.08±14.16	20.50±4.46	56.28±10.79	9.05±1.79	7.63±2.50	9.17±2.23	4.17±2.40	6.33±1.86
Amsterdam	131.22± 5.36	17.33±1.63	51.50± 9.20	7.17±0.52	7.77±0.54	11.83±2.14	8.67±1.97	9.17±0.98

[z] Values are means±SD of 6 plants.

表3.　85年秋作台農2號(E6)與商業品種切花性狀之比較[z]

Table 3. Comparison of cut flower characteristics of "Tainung No.2" (E6 line) and commerical varieties in autumn of 1996[z]

Line and varieties	flowering (%)	Days of harvesting (day)	Flower stalk diameter (mm)	Flower stalk length (cm)	Number of florets	Inference /stalk	Flower length (cm)	Flower width (cm)	Number of colored florets	Number of open up florets	Shelf life of 2' florets (days)
Ho Li											
E6	0.95 a	75.67 a	14.32 a	111.83 a	12.83 b	0.36 a	8.81 b	10.12 a	8.22 d	4.90 a	9.22 abc
Hunting Song	0.52 b	58.00 c	12.44 d	84.28 e	11.03 ef	0.34 ab	7.74 cd	8.05 abc	9.97 ab	4.90 a	10.03 ab
Wig's Sensation	0.78 ab	68.00 b	12.42 d	93.06 d	12.06 cd	0.32 b	8.14 bc	7.83 bc	8.44 d	6.78 a	8.00 c
Advanced Red	0.81 a	73.67 a	13.54 b	104.56 b	11.06 ef	0.32 b	9.69 a	8.83 a	9.78 b	7.33 a	7.72 c
Carqueiranne	0.99 a	75.00 a	13.36 bc	95.44 d	17.27 a	0.35 a	8.42 bc	8.08 abc	8.89 cd	5.67 a	10.89 a
Manhantan	0.80 a	69.00 b	12.76 cd	100.40 bc	12.67 bc	0.36 a	7.69 cd	7.50 cd	9.44 bc	4.44 a	9.83 ab
Priscilla	0.89 a	56.67 c	14.57 a	95.44 d	11.67 de	0.36 a	8.67 b	8.61 ab	10.67 a	8.11 a	9.17 bc
Pr. Margareth Rose	0.91 a	58.00 c	13.51 b	96.00 cd	10.56 f	0.34 ab	7.00 d	6.86 d	10.11 ab	8.83 a	7.83 c
Bei Do											
E6	0.93 ab	91.33 abc	11.36 cd	111.42 a	11.83 bc	0.34 bcd	8.88 b	7.38 b	8.58 ab	5.42 b	7.50 a
Hunting Song	0.81 bc	79.00 d	11.54 bcd	79.83 f	10.56 cd	0.38 a	7.39 cd	7.01 b	7.61 b	3.72 c	8.50 a
Wig's Sensation	0.73 c	94.33 ab	11.98 bcd	102.92 bc	12.63 ab	0.33 cd	8.37 b	8.09 ab	9.82 a	9.00 ab	7.80 a
Advanced Red	0.81 bc	98.33 a	12.38 abc	105.44 ab	9.61 d	0.31 d	9.89 a	9.94 a	9.17 ab	8.11 b	7.89 a
Carqueiranne	1.08 a	92.67 ab	11.26 d	88.92 e	13.70 a	0.37 ab	8.23 bc	8.36 ab	9.57 a	6.37 b	8.44 a
Manhantan	0.87 bc	89.00 bc	11.46 bcd	97.78 cd	11.22 c	0.34 bcd	8.64 b	7.36 b	9.50 ab	9.00 a	6.56 a
Priscilla	0.99 ab	79.00 d	13.45 a	93.57 de	12.72 ab	0.39 a	8.72 b	8.37 ab	10.41 a	7.36 b	9.09 a
Pr. Margareth Rose	0.90 abc	84.67 cd	12.55 ab	93.00 de	11.78 bc	0.36 abc	6.94 d	6.52 b	10.28 a	9.06 b	6.83 a

[z] Means in a column with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple test at 5% level.

品種間並無太大差異。花長及花寬均可達 8cm 以上，與 Advanced Red 及 Carqueiranne 同屬大花品系，品種間並無明顯差異趨勢。第二朵花謝壽命終止時之小花開放數約 5 朵；第二朵花謝壽命約 7-9 天，品種間並無明顯差異。繁殖率調查收穫小球莖數及種球增重倍率，於后里地區收穫小球莖數為 218.67 粒，明顯高於其它品種，種球增重倍率則高達 4 倍以上；北斗地區種球增重倍率則約為 2.4 倍（表 4），繁殖速率高。切花經 4℃冷藏一週後，第二朵花謝壽命及小花開放數，綜合而言與參試商業品種間並無明顯差異（表 5）。E6 品系於 85 年秋作之表現，綜合而言，開花率約可達 95%以上，中晚生，由定植至切花採收約需 75-90 天左右；花梗長可達一公尺以上，第二朵花謝壽命 9 天以上；耐低溫冷藏能力中等，種球繁殖速率快。除小規模薊馬危害外，並無大規模、明顯之病蟲害情形。

86 年夏作區域試驗由表 6 調查數據結果顯示，於后里地區之種植至切花日數，約為 82-88 天，屬中晚生品種。花梗直徑約為 14 mm，與 Manhantan 及 Priscilla 無差異，均顯著較其它參試品種粗。花梗長則明顯較其它參試品種為長，可達一公尺以上之切花外銷標準。小花數達 13 朵，表現優於其它參試品種；花序長約 40cm，花序/花梗約為 0.36。花長及花寬均可達約 7cm 以上，屬大花品系。第二朵花謝壽命終止時之小花顯色數約為 9 朵，小花開放數約 5 朵，表現中等；第二朵花謝壽命約 8 天，略低於 Manhantan，高於 Pr. Margareth，與其它品種則無明顯差異。切花經 4℃冷藏一週後，第二朵花謝壽命約 6 天、小花顯色數約 8 朵、小花開放數約 5 朵，綜合而言與參試商業品種間並無明顯差異（數據未附）。E6 品系於 86 年夏作之表現，綜合而言，中晚生，由定植至切花採收約需 85 天左右；花梗長可達一公尺以上，第二朵花謝壽命約 7-8 天；可耐中度低溫冷藏。除小規模薊馬危害外，並無大規模、明顯之病蟲害情形。

表4. 85年秋作台農2號(E6)與商業品種球莖繁殖率之比較[z]
Table 4. Comparison of corm propagation rate of "Tainung No.2" (E6 line) and commercial varieties in autumn of 1996[z]

Line and varieties	Ho Li		Bei Do
	Number of harvested cormels	Increasing times of bulb weight	Increasing times of bulb weight
E6	218.67 a[z]	4.85 a	2.39 bc
Hunting Song	10.33 d	2.39 c	1.93 cd
Wig's Sensation	49.67 cd	4.59 a	2.58 b
Advanced Red	141.67 b	3.43 b	2.23 bcd
Carqueiranne	153.67 ab	3.20 bc	1.70 de
Manhantan	87.00 bc	4.41 a	2.50 bc
Priscilla	111.67 bc	4.72 a	3.28 a
Pr. Margareth Rose	65.00 cd	2.29 c	1.10 e

[z] Means in a column with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple test at 5% level.

表5. 85年秋作台農2號(E6)與商業品種切花耐冷藏力之比較[z]
Table 5. Comparison of cut flowers cold storage tolerance of "Tainung No.2" (E6 line) and commericel varieties in autumn of 1996[z]

Line and varieties	Ho Li		Bei Do	
	Shelf life of 2' floret after cold storage (days)	Number of open up florets after cold storage	Shelf life of 2' floret after cold storage (days)	Number of open up florets after cold storage
E6	9.22 bc	6.17 c	5.56 b	6.67 ab
Hunting Song	10.00 ab	4.33 d	7.00 a	3.89 c
Wig's Sensation	6.72 d	6.56 c	6.36 ab	7.47 ab
Advanced Red	8.22 c	7.44 bc	5.33 b	7.00 ab
Carqueiranne	9.67 ab	6.28 c	6.22 ab	5.68 bc
Manhantan	10.33 a	6.17 c	7.14 a	5.82 bc
Priscilla	9.06 bc	9.07 a	7.06 a	7.67 ab
Pr. Margareth Rose	7.11 d	8.61 ab	5.46 b	8.26 a

[z] Means in a column with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple test at 5% level.

89 年秋作區域試驗由表 7 調查數據結果顯示，E6 於后里地區種植至切花日數，約為 74 天。花梗直徑，參試品種間並無明顯差異，而花梗長可達一公尺以上之切花外銷標準。小花數達 14 朵以上，略低於 Ben Venuto；花序長約 33cm，花序/花梗約為 0.31，品種間並無太大差異；花長及花寬約為 7-8cm，屬中大輪花。第二朵花謝壽命終止時之小花顯色數約為 7 朵，略低於 Ben Venuto 及 Amsterdam；小花開放數於約 4 朵，表現中等；第二朵花謝壽命約 7 天，優於 Cartago，其它品種間並無明顯差異。切花經 4℃冷藏一週後，第二朵花謝壽命約 6 天、小花顯色數約 6 朵、小花開放數約 5 朵，綜合而言與參試商業品種間並無明顯差異（數據未附）。E6 品系於 89 年秋作之表現，綜合而言，中晚生，由定植至切花採收約需 74 天左右；花梗長可達一公尺以上，第二朵花謝壽命約 7 天。除小規模薊馬危害外，並無大規模、明顯之病蟲害情形。

91 年夏作區域試驗由表 8 調查數據結果顯示，E6 於北斗地區種植至切花日數，約為 80 天，屬中晚生品種。新品系之花梗直徑，參試品種間無明顯差異；花梗長可達 1.2 公尺以上，高於各參試品種。小花數約 14 朵，略低於 Ben Venuto，高於其它參試品種；花序長約 43cm，花序/花梗約為 0.36，品種

間並無太大差異；花長及花寬約為 8-9cm 以上，屬中大輪花系。第二朵花謝壽命終止時之小花顯色數約為 8 朵，小花開放數於約 5 朵；於良好切花保鮮處理下，第二朵花謝壽命可達 8 天。切花經 4℃冷藏一週後，第二朵花謝壽命約 7 天、小花顯色數約 5 朵、小花開放數約 4 朵，綜合而言與參試商業品種間並無明顯差異（表 9）。E6 品系於 91 年夏作之表現，綜合而言，中晚生，由定植至切花採收約需 80 天左右；花梗長可達一公尺以上，第二朵花謝壽命約 8 天。除小規模薊馬危害外，並無大規模、明顯之病蟲害情形。

表6. 86夏作台農2號(E6)與商業品種切花性狀之比較(后里鄉)[z]
Table 6. Comparison of cut flower characteristics of "Tainung No.2" (E6 line) and commericel varieties in summer of 1997 (Ho Li)[z]

Line and varieties	Days of harvesting (day)	Flower stalk diameter (mm)	Flower stalk length (cm)	Number of florets	Inference /stalk	Flower length (cm)	Flower width (cm)	Number of colored florets	Number of open up florets	Shelf life of 2'floret (days)
E6	82.33 bc	14.21 a	117.61 a	13.17 bc	0.36 b	9.90 a	7.72 ab	9.00 bc	4.83 c	7.67 ab
Hunting Song	71.00 e	12.25 d	87.78 bc	12.00 cd	0.43 a	8.14 a	8.31 a	9.83 abc	3.61 cd	7.78 ab
Advanced Red	84.00 b	12.90 cd	89.59 bc	9.98 e	0.33 b	8.40 a	7.79 ab	8.84 bc	6.36 b	7.39 bc
Manhantan	74.00 e	13.76 ab	83.06 c	13.33 b	0.44 a	7.88 ab	7.90 ab	9.11 bc	3.00 d	8.89 a
Priscilla	71.00 e	14.06 ab	89.06 bc	12.89 bcd	0.43 a	8.58 a	8.58 a	10.78 a	7.50 ab	7.28 bc
Pr. Margareth Rose	75.00 de	12.91 cd	94.89 b	11.89 d	0.34 b	7.17 b	7.19 b	10.33 ab	8.72 a	6.44 c

[z] Means in a column with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple test at 5% level.

表7. 89年秋作台農2號(E6)與商業品種切花性狀之比較(后里鄉)[z]
Table 7. Comparison of cut flower characteristics of "Tainung No.2" (E6 line) and commericel varieties in autumn of 2000 (Ho Li)[z]

Line and varieties	Days of harvesting (day)	Flower stalk diameter (mm)	Flower stalk length (cm)	Number of florets	Inference /stalk	Flower(cm) lemgth	Flower(cm) width	Number of colored florets	Number of open up florets	Shelf life of 2' floret (days)
E6	74.00 a	8.79 a	107.67 ab	14.67 bc	0.31 c	9.89 a	7.33 c	7.72 c	4.44 d	7.11 ab
Carqueiranne	79.67 a	8.39 a	84.22 b	15.23 b	0.41 ab	7.98 c	7.45 c	8.23 c	4.94 cd	7.19 a
Cartago	78.00 ab	7.40 a	75.49 b	13.06 d	0.43 a	3.29 d	5.94 d	8.94 bc	5.61 bcd	6.22 c
Ben Venuto	72.33 b	10.15 a	100.39 ab	16.67 a	0.39 b	8.78 b	7.87 bc	11.56 a	6.72 ab	6.28 bc
Amsterdam	74.00 ab	12.85 a	112.57 a	14.67 bc	0.34 c	9.58 a	9.66 a	9.94 b	7.73 a	7.00 abc

[z] Means in a column with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple test at 5% level.

表8. 91年夏作台農2號(E6)與商業品種切花性狀之比較(北斗鎮)[z]
Table 8. Comparison of cut flower characteristics of "Tainung No.2" (E6 line) and commericel varieties in summer of 2002 (Bei Do)[z]

Line and varieties	Days of harvesting (day)	Flower stalk diameter (mm)	Flower stalk length (cm)	Number of florets	Inference /stalk	Flower length (cm)	Flower width (cm)	Number of colored florets	Number of open up florets	Shelf life of 2' floret (days)
E6	80.00 a	9.33 ab	121.56 a	14.44 b	0.36 a	8.43 a	10.48 a	7.83 b	5.11 a	8.00 a
Red Beauty	81.00 a	9.48 ab	115.47 b	10.17 c	0.27 c	8.09 a	7.65 c	8.28 b	5.33 a	6.72 b
Ben Venuto	76.00 b	9.92 a	112.08 b	16.78 a	0.32 b	8.22 a	8.33 b	10.44 a	6.11 a	6.83 b
Eerde	69.00 c	8.74 b	117.00 ab	14.28 b	0.31 b	6.43 b	6.40 d	7.50 b	3.94 b	7.00 b

[z] Means in a column with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple test at 5% level.

表9. 91年夏作台農2號(E6)與商業品種切花耐冷藏力之比較(北斗鎮)[z]
Table 9. Comparison of cut flowers cold storage tolerance of "Tainung No.2" (E6 line) and commericel varieties in summer of 2002 (Bei Do)[z]

Line and varieties	Shelf life of 2' floret after cold storage (days)	Number of colored florets after cold storage	Number of open up florets after cold storage
E6	7.17 a	4.56 c	3.81 b
Red Beauty	5.67 bc	5.11 c	3.07 b
Ben Venuto	5.39 c	7.61 a	5.11 a
Eerde	6.89 ab	5.89 c	3.42 b

[z] Means in a column with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple test at 5% level.

新品系之主要性狀

成熟期（由種球種植日起至第一支花可採收之日數）夏作：68-88 天、秋作：74-91 天。

最下位葉長約 40-50cm，最下位葉寬約 7cm，葉色綠（RHS Green 135B）。開花葉數約 8 至 9 片。

花（圖 1）：依據北美唐菖蒲協會標準（North American Gladiolus Council）分類為 464，花芽紫紅色（RHS Red-Purple 61B），第二朵小花開放度 2/3 時，花瓣為紫紅色（RHS Red-Purple N66A），全開時，則為淡紫紅色（RHS Red-Purple N66C）。花喉部淡綠色（RHS Green 134C）帶有深紫紅色斑紋（RHS Red-Purple 58A），花葯背面（dorsal）為乳白色（RHS White 155C），腹面（ventral）為藍紫色（RHS Viloet 83B），三裂柱頭為紅紫色（RHS Red-Purple 63C）。花莖（spike）長約 110 至 120cm，重約 80-110g，綠色（RHS Green 138B）帶紅紫色（RHS Red-Purple 60B）。小花數（number of florets）約 12-15 朵，小花部位長（length of inflorescence）約 35 至 45cm，花徑（第二朵小花） （diameter of floret）約 8 至 11cm，切花瓶插壽命（第二朵小花花謝）約 7 至 9 天，冷藏後之切花品質（4℃）中等，可耐約 4 至 5 天之冷藏。

種球（球莖）球形略成橢圓，球呈紅褐色（RHS Red-Purple 46A）。種球增重率，一季約 3 至 5 倍，收穫小球莖數（直徑>0.5cm）約 200 粒/球。

討　　論

台農 2 號屬紅色系切花品種，屬中晚生品種，切花採收夏季約需 68-88 天，秋季約需 74-91 天。花梗直立，切花長度可達外銷一級切花標準，切花壽命約 7-9 天。種球增重倍率約 3-5 倍，平均收穫小球莖數（直徑>0.5cm）約 200 粒/球，種球繁殖容易，有利於自行留種。首腐病及灰霉病於試驗期間，於田間並未發現大規模發病情形，有一定程度之耐病性，只需按目前一般防治原則施藥便可。栽培時，依一般唐菖蒲栽培及施肥方式行田間管理即可，全年皆可栽培，尤以春、秋及冬季表現佳，7 至 9 月之夏季栽培亦有一定程度之耐熱性。因為 4℃低溫冷藏後，對於切花壽命有一定程度的影響，因此夏季高溫期間切花生產，若欲以低溫冷藏以調節出貨，應注意保鮮處理，以免影響開花品質。

台農 2 號為深紅色切花品種，具有 1 週以上之切花壽命，消費市場接受度高。種球繁殖較一般商業品種容易，經多次品系比較及區域試驗，於一般防治管理下，並未發現大規模病害發生，因此並不需特殊之病害防除措施，可以降低生產成本，在進口商業品種之外，是農民可選擇的一個紅色系切花品種。

圖 1. 唐菖蒲台農 2 號。
Fig 1. The new gladiolus variety Tainung No.2.

誌　　謝

本項育種工作歷年來承農業委員會及前省政府農林廳在花卉育種計劃項目下補助經費。承凌千里先生、中興大學林瑞松教授及農委會種苗改良繁殖場蕭吉雄場長開啟及協助試驗計畫之進行；雜交授粉、採種、播種、育苗繁殖、田間管理、性狀調查及評估選拔等工作，承許進益、林連煌、吳宗智、蔡世堂、張杏煒、林麗華、許月珠、吳麗貞、蔡隆禾、黃文串、許雅惠、王啟源等同仁之協助；區域試驗承后里鄉農會推廣股陳清琪、陳欽全、謝哲進、謝奇峰、陳茂成等先生及北斗鎮農會黃文政先生等之協助，謹此深致謝忱。

引用文獻

王才義譯。1990。唐菖蒲。p.221-229。設施花卉開花調節技術。台南區農業改良場編印。

王才義。2000。唐菖蒲。p.581-584。臺灣農家要覽 農作篇（二）。豐年社。台灣台北。

王毓華。1993。唐菖蒲採粉結實及其種子發芽之研究。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。87 pp.

杜賡甡。1959。臺灣唐菖蒲之栽培。科學農業（7）17-37。

林向。1991。季節、地區及品種對唐菖蒲開花品質與結球之影響。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。100 pp.

黃敏展。1980。唐菖蒲。p.1088-1092。臺灣農家要覽（上）。豐年社。台灣台北。

戴廷恩。1996。唐菖蒲栽培與品種選育。p.50-57。球根花卉產業研討會專輯。農林廳種苗改良繁殖場編印。台中。

戴廷恩。1998。唐菖蒲品種選育。p.23-37。唐菖蒲、百合及菊花研究現況與產業發展研討會專刊。台中區農業改良場編印。

戴廷恩、凌千里、林瑞松、謝廷芳、蘇秋竹、蕭吉雄。2001。唐菖蒲新品種台農 1 號之育成。中華農業研究 50(1):37-53。

Goldblatt, P. 1996. Gladiolus in tropical Africa: Systematics, Biology & Evolution. Timber Press, Portland, Oregon. 321 pp.

Royal Horticultural Society. 2001. Royal Horticultural Society Color Chart. London. England.

Wilfret, G. J. 1980. Gladiolus. p.166-184. *in*: Introduction to Floriculture. (Larson, R. A. ed.) Academic Press, New York.

Wilfret, G. J. 1992. Gladiolus. p.143-157. *in*: Introduction to Floriculture 2nd ed. (Larson, R. A. ed.) Academic Press, New York.

Development of Gladiolus Variety Tainung No.2[1]

Ting-En Dai[2,4] and Fong-Wu How[3]

Summary

Dai, T. E. and F. W. How. 2005. Development of gladiolus variety Tainung No.2. J. Taiwan Agric. Res. 54: 32-42.

Gladiolus is one of the Taiwan major cut flowers, the planting area is about 700 to 800 ha per year, and most of the cultivars are imported. For the purpose of one's own variety, ARI proceeded with the breeding works of gladiolus. The new gladiolus (*Gladiolus hybridus* Hort.) variety of "Tainung No. 2", E6 line, selected from self-hybridized offspring of "Blaze" commercial variety imported from USA in 1985. After many years of tests in lines observation, comparison and field trials, the E6 line had excellent performance in horticultural characteristics and named as "Tainung No.2" by the Council of Agriculture, Executive Yuan on April 23, 2004. "Tainung No.2" categories to a middle-late variety, in summer and autumn, it needs 68 to 88 days and 74 to 91 days to produce cut flower, respectively. The number of florets is about 12-15 and the length of spike is about 110-120cm which can fit in with the standard of exported flowers. Red color flower, 8-11cm in diameter, had a shelf life of 7-9 days. The fresh weight of corm increasing is about 3-5 fold with an average number of harvested cormel, greater than 0.5cm, about 200 per corm. During the period of evaluation, under normal cultivating procedure, there were not sever symptoms of disease (*Pseudomonas marginata* （McCull.） Stapp.and *Botrytis gladiolorum* Timmermans） observed. "Tainung No.2" would cultivate well at the major gladiolus production areas in Taiwan (Ho-Li, Taichung county and Bei-Do, Changhua county).

Key words: Gladiolus, Pink, Self hybridize, Selection, Shelf life.

---

1. Contribution No.2219 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: February 28, 2005.
2. Associate Researcher, Floricultural Research Center, ARI, Kukeng, Yunlin, Taiwan, ROC.
3. Senior Researcher and Director, Floricultural Research Center, ARI, Kukeng, Yunlin, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail: tedai@wufeng.tari.gov.tw；Fax: (05)5820835.

台灣農業研究(J. Taiwan Agric. Res.) 54:43~53 (2005)

荔枝新品種台農 1 號(翠玉)之育成 [1]

張哲瑋[2] 程永雄[2,6] 顏昌瑞[3] 徐信次[2] 趙政男[2] 田永柔[4]
何昭吉[2] 林俊義[5]

摘　　要

張哲瑋、程永雄、顏昌瑞、徐信次、趙政男、田永柔、何昭吉、林俊義。2005。荔枝新品種台農 1 號(翠玉)之育成。台灣農業研究 54: 43-53。

荔枝優良品種「台農 1 號」(76-C-2)是農業試驗所嘉義分所以「黑葉」品種為母本，「玉荷包」品種為父本，於民國 76 年進行人工雜交授粉歷經實生苗選拔，品系比較試驗及區域試驗，前後共計 17 年，於民國 93 年 6 月 8 日經過農委會農糧署複審後命名，商品名「翠玉」。本品種果實品質優良，單果重在 15.7 公克至 29.5 公克之間，種子重在 0.4 公克至 1.3 公克之間，果肉率在 80.5%至 86.3%之間，焦核率在 51.9%至 100%之間，可溶性固形物含量在 17.6 度至 20.2 ^{o}Brix，果皮顏色綠色帶微紅，5 年生植株單株產量在 30 公斤以上。

關鍵詞：荔枝、台農 1 號、翠玉、育種、人工授粉。

前　　言

台灣荔枝(*Litchi chinensis* Sonn.)栽培面積近 1 萬 2 千公頃(台灣農業年報 1999)。「黑葉」品種約佔全部栽培面積 85%，主要栽培品種單一，引致產期集中且此品種具隔年結果特性，“大年”因產量高，滯銷情形十分嚴重，產銷失衡導致價格甚低；而質優焦核率高者「玉荷包」、「糯米糍」為台灣優良荔枝品種，但產量不穩定且栽培成本高，是荔枝產業目前所面臨較主要的問題。因此，選育不同產期、風味佳、種子小及產量穩定的品種，以提高農民收益至為必要。

「黑葉」品種其有產量高、適應性強的優點。然其種子大、風味不及「玉荷包」及「糯米糍」。有鑑於此，本所嘉義分所於民國 73 年開始進行荔枝育種工作。本新品種係於民國 76 年以「黑葉」為母本，「玉荷包」為父本以人工雜交授粉，結合雙方的優良特性，經過 17 年的選拔試驗出代號 76-C-2

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2220 號。接受日期：94 年 3 月 10 日。
2. 本所嘉義分所副研究員、研究員兼分所長、研究員兼園藝系系主任、助理研究員、前技工。臺灣 嘉義市。
3. 屏東科技大學農園生產技術系教授。臺灣 屏東縣。
4. 本所前約僱助理。現為嘉義縣政府農業局技士。
5. 本所所長。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。
6. 通訊作者，電子郵件：cyh@dns.caes.gov.tw；傳真機：(05)2773630。

優良品系，於民國 93 年 6 月 8 日經農委會農糧署聘請專家委員審查通過，命名為荔枝「台農 1 號」，93 年 6 月 15 日於農委會正式對外發表，商品名稱經過網友票選結果，定名為「翠玉」，取其果實成熟時帶有綠色果皮，果肉乳白如玉之意。

材材與方法

民國 76 年以「黑葉」為母本，「玉荷包」為父本進行人工雜交授粉，採收種子後開始進行種苗培育、選拔及各項試驗調查工作。

實生苗培育與選拔

民國 77 年將實生苗以行株距 2.5 公尺×0.25 公尺密植於嘉義農業試驗分所果園。共定植 1376 株。生育期間依一般荔枝栽培管理及病蟲害防治。民國 83 年起陸續開花結果，民國 83 年至 85 年共評估 116 個實生品系，選出品質較優良者 11 品系。

品系比較試驗

民國 86 年將連續兩年表現優良之「台農 1 號」(76-C-2)與對照品種「黑葉」進行比較試驗，供試植株為高壓苗，每品種系各為 5 株，行株距為 4 公尺×3 公尺。民國 86 年 11 月種植，並按一般栽培方法肥培管理及病蟲害防治。試驗期間調查葉片、花穗形態、果實等性狀。各調查方法如下：

葉片性狀：民國 90 年 10 月，每株於東南西北 4 方位各選數個枝條標定，採由頂芽向下數第二段梢中部完全成熟的 2 複葉之所有小葉量葉片長、寬、葉柄長。

花穗性狀：民國 90 年開花期間，每株於東南西北 4 方位各取數個花穗調查花穗長寬及分枝數、花柱頭裂數。

果實性狀：民國 90、91 及 92 年度在預估果實採收期間，每株隔週取樣一次共 3 次，每次每株於東南西北各取 1 串果實調查，果實調查項目包括果實之單果重、果皮重、果肉重、種子重、焦核率、可溶性固形物含量及酸度。種子有皺縮的現象即算是焦核。可溶性固形物含量係取每個果實搾汁，以屈折計測定。酸度係每 5 個果實搾汁混合，取原液 5ml 加去離子水定量至 100ml 以 0.1N 的 NaOH 標準液滴定至 pH8.3 之體積換算為琥珀酸(succinic acid)之百分比(%，v/v)。以所有採收果實平均可溶性固形物最高的那一次採收當作適當採收期，及統計分析的依據。

單株產量：第 2 次果實取樣時，預留第 3 次要取樣的果實，其餘果實全部採收稱重，3 次取樣的果實重量加上採收的重量為單株產量。

區域試驗

「台農 1 號」(76-C-2)之區域試驗選在雲林縣古坑鄉及高雄縣大樹鄉兩處篤實農戶之荔枝園。在古坑試區對照品種為「黑葉」、「沙坑小核」、「糯米糍」。種植日期為民國 87 年 11 月 16 日、試驗材料皆為高壓苗、種植行株距為 4 公尺×4 公尺。各品系種逢機取 5 株，調查開花率，著果率及果實性狀，調查方式如下。

開花率：小花開放時目測調查，由 3 人分別調查後取平均值。調查項目包括純花穗百分比及帶葉花穗百分比，而將此兩種花穗百分比合計為總開花率。

著果率、果實性狀及單株產量：抽花穗時每株取 10 枝花穗調查結果率、開花枝結果數及結果枝結果數。採收時每株採收 3 次分析果實性狀，次與次間相隔一週，分析項目如表 4。以所有採收果實平均可溶性固形物最高的那一次當作適當採收期，及統計分析的依據。單株產量調查方式與品系比較試驗相同。

在大樹試區對照品種為「玉荷包」。種植日期為民國 88 年 7 月 20 日，每品種系各為 5 株，皆為高壓苗，種植行株距為 5 公尺×5 公尺。試驗期間調查果實性狀及單株產量，果實性狀調查之取樣方式是於每株東南西北 4 方位取數串果實調查，調查項目如表 5，調查方式與品系比較試驗相同。

穩定性分析

「台農 1 號」(76-C-2)的產量、果肉率及焦核率等重要果實性狀之環境穩定性，乃將品系比較試驗及區域試驗等三年三地區之試驗資料進行穩定性分析。以 Finlay & Wilkinson (1963)之方法為基礎，即以迴歸係數與品系平均表現值為選拔依據，選拔穩定性高(穩定性係數近於 1)而目標性狀表現良好(平均值高於對照品系或總平均值)。

結　　果

實生品系選拔

民國 83 年期評估 30 品系，其果實性狀之變異如下：單果重在 9.8 至 32.1 公克之間，果肉重自 4.5 至 22.4 公克，種子重自 1.0 至 5.3 公克，可溶性固形物在 12.1 至 18.6^{o}Brix 之間。品質優良者有 6 品系。民國 84 年期因前年強剪採收及氣候異常因素祇評估 7 品系，其果實性狀之變異如下：單果重自 7.6 至 14.5 公克，種子重自 0.7 至 2.3 公克，可溶性固形物自 13.8 至 18.5 ^{o}Brix，其中並無品質優良者，民國 85 年期評估 82 品系，其果實性狀之變異如下：單果重自 10.6 至 33.8 公克之間，果肉重自 6.4 至 23.7 公克，種子重自 0.8 至 4.9 公克，可溶性固形物含量自 10.7 至 20.4 ^{o}Brix，品質優良者有 8 品系。「台農 1 號」(76-C-2)之單果重在 28 至 30 公克間，種子重自 1.1 至 1.3 公克，果肉率在 80.5 至 82.4%之間，可溶性固形物含量自 17.6 至 18.1 ^{o}Brix，果實品質優良且穩定。

品系比較試驗

供試各品種系的重要葉及花性狀如表 1，小葉對數皆為 3-4 對；「台農 1 號」(76-C-2)之小葉大小與黑葉相似，平均小葉長為 12 公分，平均小葉寬約為 3.8 公分。「台農 1 號」(76-C-2)之平均花穗長約 36 公分；花穗寬為 27 公分，整體花穗較「黑葉」大。

民國 90 年期試驗結果顯示平均單果重於「台農 1 號」(76-C-2)為 24.5 公克，顯著較「黑葉」重，平均種子重於「台農 1 號」(76-C-2)為 1.0 公克不及「黑葉」品種的一半；果肉率以「台農 1 號」(76-C-2)顯著較高，高達 80.9%；焦核率亦以「台農 1 號」(76-C-2)顯著較高，達 64.2%，黑葉僅 2%，可溶性固形物含量亦以「台農 1 號」(76-C-2)顯著較高，為 17.9 ^{o}Brix；酸度以「台農 1 號」(76-C-2)顯著較低，為 0.15%；單株產量二者之間沒有顯著差異，「台農 1 號」(76-C-2)之採收期是 5 月底，較「黑葉」提早兩週採收。至於適當採收期的果皮顏色，「台農 1 號」(76-C-2)是綠色帶微紅，而「黑葉」則是暗紅色(表 2)。

民國 91 年期因受乾旱的影響，兩品種系的平均果重均明顯比 90 年為輕，單果重於「台農 1 號」(76-C-2)為 15.7 公克與「黑葉」之 18.1 公克相比統計上沒有差異，種子重以「台農 1 號」(76-C-2)顯著較輕，僅 0.4 公克，幾乎呈無子狀態，其重僅是「黑葉」的五分之一；果肉率以「台農 1 號」(76-C-2)顯著較高，達 80.8%；焦核率於「台農 1 號」(76-C-2)更高達 99.1%幾乎全是焦核；相對的「黑葉」沒有發現任何的焦核現象；可溶性固形物含量亦以「台農 1 號」(76-C-2)較高達 20.2 ^{o}Brix；酸度二者之間沒有顯著差異；單株產量以「黑葉」較高；至於採收期，「台農 1 號」(76-C-2)是 5 月底較「黑葉」提早一週採收 (表 2)。

民國 92 年期的試驗結果與民國 90 年很類似，單果重以「台農 1 號」(76-C-2)顯著較優，為 25.4 公克，「黑葉」較低為 21.7 公克；種子重以「台農 1 號」(76-C-2)顯著較小為 1.0 公克；果肉率以「台農 1 號」(76-C-2)顯著較高，為 82.8%較往年提高；相反的「黑葉」為 70.9%較往年略為下降；焦核率

表1. 台農一號(76-C-2)與黑葉之葉及花序[z]

Table 1. Comparisons of characteristics of leaflet and panicle flower of litchi Tainung No.1 (76-C-2) and Hak Yip (black leaf)[z]

Variety (Selection)	LPN[y] (NO.)	LL (cm)	LW (cm)	PeL (cm)	LS	PL (cm)	PW (cm)	PBN (NO.)	FNS (NO.)
Tainung NO. 1 (76-C-2)	3-4	12.0±2.6[y]	3.8±0.7	0.6±0.1	Lanceolate	35.9±4.8	27.2± 8.8	4.8±3.2	2
Hak Yip (black leaf)	3-4	12.7±1.9	3.7±0.5	0.6±0.1	Lanceolate	30.7±0.5	23.9± 4.7	6.8±5.6	2

[z] The materials for trials were 4 years old air layers.

[y] Abbreviation, LPN: Leaflet pair number; LL: Leaflet length; LW: Leaflet width; PeL: Petiole length, LS: Leaflets shape; PL: Panicle length; PW: Panicle width; PBN: Panicle branch number; FNS: Furcated number of stigma.

[x] Values were the means ±SD.

表2. 嘉義分所試區荔枝品系種果實性狀、單株產量及採收期比較[z]

Table 2. Comparisons of fruit characteristics, yield and harvest dates of litchi Tainung No.1 (76-C-2), and Hak Yip at Chia Yi regional trial[z]

Year	Variety (Selection)	FW[y] (g)	SkW (g)	AW (g)	SeW (g)	AP (%)	CS (%)	TSS (°Brix)	TA (%)	SC	Yield (k/p)	HD (m/d)
2001	Tainung NO. 1 (76-C-2)	24.5 a[x]	3.6 a	19.8 a	1.0 b	80.9 a	64.2 a	17.9 a	0.15 a	green with mild red	20.5 a	5/30
	Hak Yip	21.2 b	3.1 a	16.0 b	2.2 a	75.0 b	2.0 b	16.1 b	0.19 a	dark red	18.5 a	6/14
2002	Tainung NO. 1 (76-C-2)	15.7 a	2.6 a	12.7 a	0.4 b	80.8 a	99.1 a	20.2 a	0.14 a	green with mild red	20.8 b	5/31
	Hak Yip	18.1 a	2.4 a	13.7 a	2.0 a	75.8 b	0.0 b	17.7 b	0.14 a	dark red	24.8 a	6/07
2003	Tainung NO. 1 (76-C-2)	25.4 a	3.3 a	21.1 a	1.0 b	82.8 a	51.9 a	18.3 a	0.11 a	green with mild red	33.4 a	6/03
	Hak Yip	21.7 b	3.8 a	15.3 b	2.5 a	70.9 b	0.0 b	18.4 a	0.13 a	dark red	36.8 a	6/16

[z] The material for trials were 4 years old air layers at 2001.

[y] Abbreviation, FW: Fruit weight; SkW: Skin weight; AW: Aril weight; SeW: Seed weight; AP: Aril percent; CS: Chicken tongue seed percent; TSS: Total soluble solids; TA: Titratable acidity; SC: Skin color; HD: Harvesting date; k/p: kg/plant; m/d: month/day

[x] Means followed by the same letters at the same column within the same year were not significantly different at 5% level based on LSD analysis.

「台農 1 號」(76-C-2)為 51.9%，黑葉無焦核現象；可溶性固形物含量「台農 1 號」(76-C-2)為 18.3°Brix 與「黑葉」沒有顯著差異；酸度與單株產量在二品種系之間差異不顯著；至於採收期，「台農 1 號」(76-C-2)在 6 月初採收較「黑葉」提早兩週 (表 2)。

區域試驗

古坑試區民國 91 年期「台農 1 號」(76-C-2)、「黑葉」及「沙坑小核」大量開花，因此開始調查。而「糯米糍」因開花仍非常零星不及 10%，所以不列入調查。在開花表現方面，總開花率以「沙坑小核」較低，為 89.0%，「台農 1 號」(76-C-2)與「黑葉」兩者之間沒有顯著差異，分別是 94%及 93%，純花穗比率與帶葉穗比率方面，三品種系之間沒有顯著差異；開花枝結果率以「台農 1 號」(76-C-2)及「黑葉」較高，均為 90%，「沙坑小核」較低，僅 70%；結果枝結果數以「黑葉」與「台農 1 號」(76-C-2)較高分別是 12.4 粒與 9.0 粒，「沙坑小核」較低為 7.6 粒；單株產量以「沙坑小核」略低，為 15.8 公斤，「台農 1 號」(76-C-2)與「黑葉」略高，分別是 18.4 與 19.0 公斤，但統計結果三者之間沒有顯著差異；採收期以「台農 1 號」(76-C-2)較早，於 5 月 31 日即可採收，較「黑葉」早 4 天，較「沙坑小核」早 11 天(表 3)。單果重以「沙坑小核」較重，為 21.2 公克，「台農 1 號」(76-C-2)與「黑葉」兩者之間沒有顯著差異分別是 16.8 及 15.9

公克；種子重以「台農 1 號」(76-C-2)較輕，僅 0.4 公克，「黑葉」與「沙坑小核」兩者之間沒有顯著差異，分別是 1.9 及 1.5 公克；果肉率以「台農 1 號」(76-C-2)較高，為 80.9%，其次為「沙坑小核」之 76.8%，而「黑葉」最低僅 71.3%，焦核率於「台農 1 號」(76-C-2)達到 100%，「沙坑小核」僅 26%，而「黑葉」並未發現任何焦核的現象；可溶性固形物含量以「台農 1 號」(76-C-2)最高，達 19.3 °Brix，其次為「黑葉」之 18.2 °Brix，「沙坑小核」僅 15.2 °Brix，三者之間的差異皆達到顯著水準；酸度以「黑葉」顯著最高，為 0.18%，「台農 1 號」(76-C-2)與「沙坑小核」分別是 0.13 與 0.09%(表 4)。

民國 92 年因「糯米糍」已大量開花，因而列入調查。在開花表現方面，總開花率以「台農 1 號」(76-C-2)、「糯米糍」最高接近 100%，而以「沙坑小核」及「黑葉」顯著較低，分別是 75.8%及 74%，純花穗比率以「台農 1 號」(76-C-2)較高為 76%，而以「糯米糍」最低，僅 22%；開花枝結果率以「台農 1 號」(76-C-2)

表3. 古坑試區荔枝品系種開花率、結果率、單株產量及採收期比較[z]

Table 3. Comparisions of flowering, fruiting characteristics, yield, harvesting dates of litchi Tainung No.1 (76-C-2), Hak Yip, Sak Keng and No Mi Tsz at Kukeng regional trial[z]

Year	Variety (Selection)	LlP[y] (%)	LyP (%)	TF (%)	Fruit-set (%)	Fruit number	Yield (kg/plant)	HD (mo/day)
2002	Tainung No. 1 (76-C-2)	83.0 a[x]	11.0 a	94.0 a	90 a	9.0 ab	18.4 a	5/31
	Hak Yip (black leaf)	89.0 a	4.0 a	93.0 ab	90 a	12.4 a	19.0 a	6/04
	Sak Keng	84.0 a	5.0 a	89.0 b	70 b	7.6 b	15.8 a	6/11
2003	Tainung No. 1 (76-C-2)	76.0 a	23.0 b	99.0 a	94 a	8 a	36.8 a	6/03
	Hak Yip	45.0 b	29.0 b	74.0 b	90 a	5 b	18.0 bc	6/17
	Sak Keng	49.0 ab	27.0 b	76.0 b	80 b	2 c	25.3 ab	6/22
	No Mi Tsz	22.0 c	77.0 a	99.0 a	52 c	2 c	10.4 c	7/03

[z] The materials for trials were 4 years old air layers at 2002.

[y] LlP: Leafless panicle; LyP: Leafy panicle; TF: Total flowering; Fruit-set: Fruit-set percent of flowering panicles; Fruit number: Fruit number per fruiting panicles; HD: Harvesting date.

[x] Means followed by the same letters at the same column within the same year were not significantly different at 5% level based on LSD analysis.

表4. 古坑試區荔枝品系種果實性狀比較[z]

Table 4. Comparisions of fruit characteristics of litchi Tainung No.1 (76-C-2), Hak Yip, Sak Keng and No Mi Tsz at Kukeng regional trial[z]

Year	Variety (Selection)	FW[y] (g)	SkW (g)	AW (g)	SeW (g)	AP (%)	CS (%)	TSS (°Brix)	TA (%)	SC
2002	Tainung No. 1 (76-C-2)	16.8 b[x]	2.7 b	13.7 b	0.4 b	80.9 a	100.0 a	19.3 a	0.13 b	green with mild red
	Hak Yip (Black leaf)	15.9 b	2.7 b	11.3 c	1.9 a	71.3 c	0.0 c	18.2 b	0.18 a	dark red
	Sak Keng	21.2 a	3.5 a	16.2 a	1.5 a	76.8 b	26.0 b	15.2 c	0.09 c	dark red
2003	Tainung No. 1 (76-C-2)	22.2 b	2.7 b	18.5 ab	1.0 c	83.4 a	55.0 a	17.7 c	0.14 a	green with mild red
	Hak Yip	20.4 b	2.9 b	15.2 b	2.2 a	74.5 c	0.0 c	17.9 c	0.14 a	dark red
	Sak Keng	26.4 a	5.1 a	19.7 a	1.7 b	74.6 c	30.0 b	19.1 b	0.15 a	dark red
	No Mi Tsz	17.0 c	2.9 b	11.4 c	1.0 c	77.7 b	63.8 a	20.0 a	0.11 b	red

[z] The materials for trial were 4 years old air layers at 2002.

[y] FW: Fruit weight; SkW: Skin weight; AW: Aril weight; SeW: Seed weight; AP: Aril percent; CS: Chicken tongue seed percent; TSS: Total soluble solids; TA: Titratable acidity; SC: Skin color.

[x] Means followed by the same letters at the same column within the same year were not significantly different at 5% level based on LSD analysis.

及「黑葉」最高，均在 90%以上，其次為「沙坑小核」之 80%，「糯米糍」較低，為 50%左右；開花枝結果數以「台農 1 號」(76-C-2)最高，每開花枝可結 8 粒果，「黑葉」次之，為 5 粒，「沙坑小核」、「糯米糍」僅有 2 粒；單株產量以「台農 1 號」(76-C-2)較高為 36.8 公斤，其次為「沙坑小核」及「黑葉」，分別為 25.3 及 18.0 公斤，「糯米糍」最低，為 10.4 公斤；採收期以「台農 1 號」(76-C-2)在 6 月 3 日採收為最早，較「黑葉」早 14 天，較「沙坑小核」早 19 天，較「糯米糍」早 30 天(表 3)。在果實品質方面，單果重以「沙坑小核」之 26.4 公克為最重，「台農 1 號」(76-C-2)為 22.2 公克，雖較「黑葉」之 20.4 公克為重，但二者之間的統計無差異，「糯米糍」顯著最低，僅 17.0 公克；種子重以「黑葉」之 2.2 公克最重，而以「台農 1 號」(76-C-2)及「糯米糍」最輕，都是 1.0 公克；果肉率以「台農 1 號」(76-C-2)最高，達 83.4%，其次為「糯米糍」之 77.7%，「黑葉」、「沙坑小核」最低，分別是 74.5 至 74.6%；焦核率以「糯米糍」及「台農 1 號」(76-C-2)顯著較高，分別是 63.8 及 55.0%，「沙坑小核」次之，為 30.0%，而「黑葉」無焦核現象，可溶性固形物含量以「糯米糍」之 20.0 °Brix 顯著最高，「沙坑小核」為 19.1 °Brix，「台農 1 號」(76-C-2)及「黑葉」最低，分別是 17.7 及 17.9°Brix，酸度以「糯米糍」之 0.11%顯著最低，其餘皆在 0.14 至 0.15%之間，至於適當採收期之果皮顏色，「台農 1 號」(76-C-2)為綠色帶微紅，「黑葉」及「沙坑小核」為暗紅色，「糯米糍」為鮮紅色(表 4)。

在大樹試區民國 91 年調查結果顯示，單果重、種子重、可溶性固形物含量、酸度等項目於「台農 1 號」(76-C-2)與「玉荷包」之間無顯著差異，各項目在「台農 1 號」(76-C-2)分別是 21.8 公克，0.8 公克，18.0 °Brix，0.18%，果皮重以「台農 1 號」(76-C-2)之 2.2 公克顯著較輕，果肉率以「台農 1 號」(76-C-2)之 86.3%顯著較高，焦核率亦以「台農 1 號」(76-C-2)之 83.3% 顯著較高，產量以「台農 1 號」(76-C-2)顯著較高，其單株產量為 10.8 公斤；兩者之採收日期相同皆為 5 月 18 日。民國 92 年調查結果顯示，單果重、可溶性固形物含量、酸度、單株產量等項目，於「台農 1 號」(76-C-2)與「玉荷包」之間無顯著差異，各項目在「台農 1 號」(76-C-2)分別是 22.3 公克、17.8 °Brix、0.14%及 19.2 公斤，果皮重「台農 1 號」(76-C-2)之 2.5 公克顯著較輕，種子重以「台農 1 號」(76-C-2)之 0.8 公克顯著較輕，果肉率及焦核率均以「台農 1 號」(76-C-2)顯著較高，分別是 84.5%與 63.1%；兩者之採收期相同皆為 5 月 22 日(表 5)。綜合兩年試驗結果顯示，「台農 1 號」(76-C-2)之果實品質與產量略優於「玉荷包」。

表5. 大樹試區荔枝品系種果實性狀、單株產量及採收期比較[z]
Table 5. Comparisons of fruit characteristics, yield and harvesting dates at Dashu regional trial[z]

Year	Variety (Selection)	FW[y] (g)	SkW (g)	AW (g)	SeW (g)	AP (%)	CS (%)	TSS (°Brix)	TA (%)	SC	Yield (kg/plant)	HD (mo/day)
2002	Tainung NO. 1 (76-C-2)	21.8 a[x]	2.2 b	18.8 a	0.8 a	86.3 a	83.3 a	18.0 a	0.18 a	green with mild red	10.8 a	5/18
	Yu Her Bau	22.3 a	4.0 a	17.5 b	0.7 a	78.8 b	40.0 b	17.0 a	0.17 a	red with mild green	7.2 b	5/18
2003	Tainung NO. 1 (76-C-2)	22.3 a	2.5 b	18.8 a	0.8 b	84.5 a	63.1 a	17.8 a	0.14 a	green with mild red	19.2 a	5/22
	Yu Her Bau	23.4 a	4.6 a	17.8 b	1.0 a	76.3 b	40.0 b	17.5 a	0.18 a	red with mild green	16.8 a	5/22

[z] The materials for trial were 3 years old air layers at 2002.
[y] FW: Fruit weight; SkW: Skin weight; AW: Aril weight; SeW: Seed weight; AP: Aril percent; CS: Chicken tongue seed percent; TSS: Total soluble solids; TA: Titratable acidity; SC: Skin color; HD: Harvesting date.
[x] Means followed by the same letters at the same column within the same year were not significantly different at 5% level based on LSD analysis.

穩定性分析

就產量的表現而言，在供試的品種系中，平均果實產量以「台農 1 號」(76-C-2)最高，其次為「黑葉」；但就穩定性表現而言，各品種系之穩定性係數均近於 1，整體而言「台農 1 號」(76-C-2)之果實產量高且穩定性佳。其次，在進行焦核率之穩定性分析時，因「黑葉」品種於不同試驗地點及年度下均無焦核發生，故不予列入分析。惟以其他供試品系之分析結果則顯示荔枝種子焦核率為一不甚穩定之性狀，各品種系之穩定性係數均離 1 甚遠，但「台農 1 號」(76-C-2)仍為所有供試品種系中穩定性表現最佳且平均焦核率最高者。另就果肉率之穩定性分析結果而言，「台農 1 號」(76-C-2)、「黑葉」及「玉荷包」三品種系之表現較為穩定，但就平均果肉率之表現則以「台農 1 號」(76-C-2)最高。因此，綜合以上結果顯示荔枝「台農 1 號」(76-C-2)之栽培穩定性佳(圖 1)。

荔枝新品種台農 1 號特性

綜合各試區各試驗結果顯示「台農 1 號」(76-C-2)不僅結果率高，果實品質亦頗為優良，單果重在 15.7 公克至 29.5 公克之間，種子重在 0.4 公克至 1.3 公克之間，果肉率在 80.5%至 86.3%之間，焦核率在 51.9%至 100%之間，可溶性固形物在 17.6 度至 20.2 ^{o}Brix，果皮顏色綠色帶微紅，5 年生植株單株產量在 30 公斤以上。「台農 1 號」(76-C-2)之果實性狀如圖 2 所示，結果情形則如圖 3 所示。

討　　論

荔枝育種的目標是果品質優、豐產、穩產以及不同產期。沈(1984)認為品質優良的荔枝品種最基本的要求應是果重 20 公克，果肉率 70%，可溶性固形物含量 17 ^{o}Brix。顏等(1993)認為在臺灣，甜度為影響荔枝品質之最重要因素，17 ^{o}Brix 以上者多可令人滿意，若低於 16 ^{o}Brix 者較不易受歡迎。而在育種上要達成上述目標的瓶頸在於大果品種的後代可溶性固形物含量常較低，而小果品種如「糯米糍」、「桂味」的後代雖有較高的可溶性固形物含量，但果肉率卻不易合乎理想(張等 2001)。「台農 1 號」(76-C-2)不論在單果重、果肉率及可溶性固形物含量均超出上述標準。僅單果重於民國 91 年的試驗中，在嘉義及古坑兩試區未達到 20 公克，惟該年是個乾旱年，對照品種「黑葉」亦未達到 20 公克，因此不能視為其正常表現。焦核荔枝由於很受到市場的喜愛(Galan-Sa’uco & Menini 1989)，因此焦核率的高低常是評估品種果實品質好壞的重要指標之一。但在育種上，焦核率卻是一個很不容易評估的性狀(張等 2001；顏等 1993)，主要是焦核率易受其他品種及環境的影響。高小核率之品種與其他品種混植時，彼此間授粉雜交，其小核率往往較單一品種種植時為低(顏等 1984；張等 2001)。此外盛花期高溫乾旱，如民國 88 年及 91 年之焦核品種「糯米糍」的焦核率大弧降低(張哲嘉，私人通訊)。各參試品系種的穩定度分析，亦可得知荔枝的焦核率是一個不甚穩定的性狀。「台農 1 號」(76-C-2)在選育的各個試驗階段，參試的植株均很有限，因此與其他大核品種之花粉雜交的效應無法避免，導致其焦核率不穩定，然而相較其它參試品種，「台農 1 號」(76-C-2)仍是穩定表現最佳且平均焦核率最高者。另值得注意的是民國 91 年是個高溫乾旱年，然「台農 1 號」(76-C-2)之焦核率非但沒有下降，在「嘉義分所」及「雲林古坑」兩試區反而是接近百分之百，此現象異於其他焦核品種，應是「台農 1 號」(76-C-2)的另一特點。荔枝產量不穩定是荔枝產業的重要問題之一(Menzel 1983；Menzel 1984；Stern & Gazit 2003)，尤以焦核品種為甚。產量不穩定的原因可分別為兩種，其一是結實不穩(張 1999；Menzel 1984；Galan-Sa’uco & Menini 1989；Stern & Gazit 2003)；另一為開花不易(Menzel 1983；張 1999)，在荔枝育種上可藉由產量的穩定性，開花枝結果率的變化，開花率的高低來評估一品是否穩產。「台農 1 號」(76-C-2)在古坑試區連續兩年總開花率，開花枝結果率均在 90%以上，結果枝結果數在 8 粒以上，上述性狀的綜合評比較「黑葉」為優；而產量穩定度分析的結果亦顯示「台農 1 號」(76-C-2)

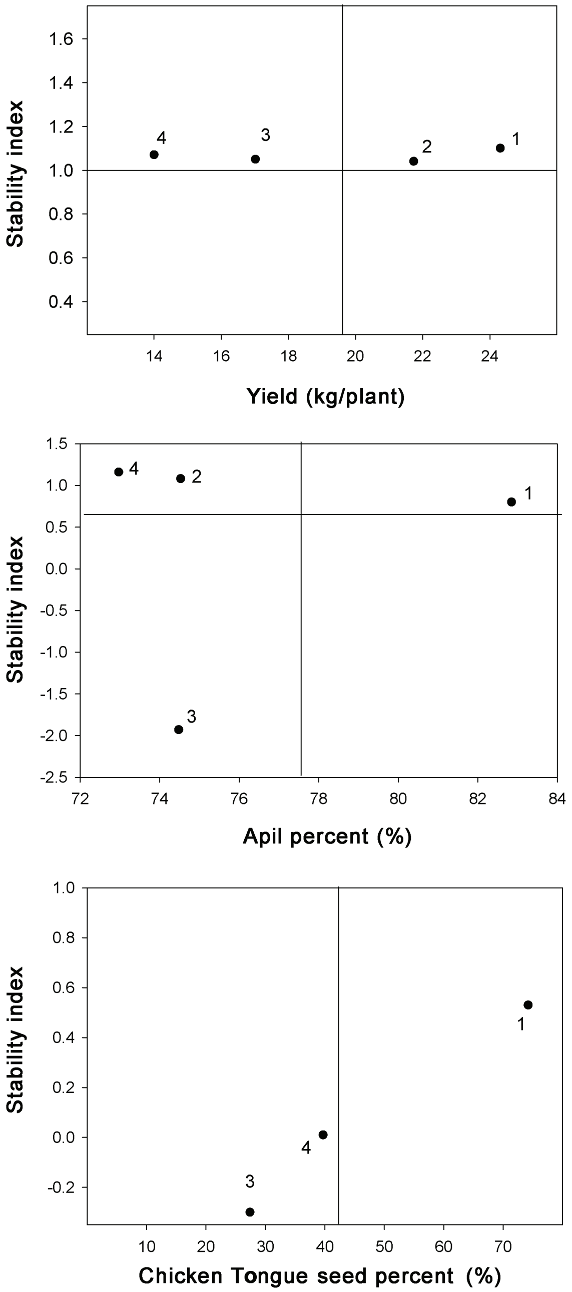

圖 1. 各參試品系種之產量、果肉率及焦核率之穩定性分析。

Fig. 1. Regression analysis of stability for yield, aril percent and chicken tongue seed percent of experimental selection and varieties.
(1：Tainung NO.1 (76-C-2), 2：Hak Yip, 3：Sah Keng, 4：Yu Her Bau)

圖 2. 荔枝台農 1 號(76-C-2)之果實。

Fig. 2. Fruits of Tainung No. 1 (76-C-2).

圖 3. 荔枝台農 1 號(76-C-2)之產量高。

Fig. 3. High yield in Tainung No. 1 (76-C-2).

的穩定度佳，雖然各試區開花結果的資料均只有 2、3 年，難據以論定該品系的穩產性狀一定不會變，但不遜於現在的主要商業品種「黑葉」、「玉荷包」、「糯米糍」應是無庸置疑。

本所嘉義分所經雜交育種法所培育的荔枝優良品種「台農 1 號」(76-C-2)產期早於「黑葉」，果實品質優良，產量高且穩定，本品種的推出將可部份取代「黑葉」，有助於解決荔枝主要栽培品種單一、隔年結果及優良品種產量不穩定問題，可望為荔枝產業帶來新契機。

誌 謝

本研究承蒙行政院農業委員會經費補助，嘉義分所楊宏仁主任指導病害調查，洪士程先生進行蟲害調查，羅正宗博士進行果實性狀穩定度分析，方明義先生、邱顯政先生、劉茂南先生、魏佩瑩小姐協助田間管理，葉育琪小姐協助果實品質分析、育種資料整理，農化組向為民博士與黃維延先生進行試區土壤分析，劉正信先生及郭賜海先生協助區域試驗，在此一併誌謝。

引用文獻

沈德緒。1984。荔枝育種。p.346-354。果樹育種學。沈德緒主編。農業出版社。中國大陸。

張哲瑋。1999。荔枝開花之調控。國立台灣大學博士論文。台北。136 pp.

張哲瑋、趙政男、顏昌瑞。2001。荔枝育種-親本對子代紉年期、果實成熟期、果實性狀之影響及優良品系選拔。中華農業研究 50:59-65。

臺灣省政府農林廳。1999。臺灣農業年報。民國 88 年版。南投。412 pp.

顏昌瑞、廖玉琬、田永柔。1984。臺灣之荔枝品種及其改良。中國園藝 30:210-222。

顏昌瑞、張哲瑋、謝鴻業、林宗賢。1993。荔枝與龍眼育種。p.289-306。果樹育種研習會專刊。臺灣省農業試驗所編印。臺中。

Finlay, K. W. and G. N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding program. Aust. J. Agric. Res. 14:742-754.

Galan-Sa’uco, V. and U. G. Menini. 1989. Litchi Cultivation. Food and Agriculture Organization of United Nation Press, Rome.136 pp.

Menzel, C. M. 1983. The control of floral initiation in lychee: a review. Sci. Hortic. 21:201-215.

Menzel, C. M. 1984. The pattern and control of reproductive development in lychee：a review. Sci. Hortic.22:333-345.

Stern, R. A, and S. Gazit. 2003. The reproductive biology of the lychee. Hortic. Rev. 28:393-453.

A New Variety of Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) 'Tainung No.1'[1]

Jer-Way Chang[2], Yung-Hsiung Cheng[2,6], Chung-Rey Yen[3], Hsin-Tszu Hsu[2], Cheng-Nan Chao[2], Yung-Jou Tien[4], Chao-Chi Ho[2] and Chien-Yih Lin[5]

Summary

Chang, J. W., Y. H. Cheng, C. R. Yen, H. T. Hsu, C. N. Chao, Y. J. Tien, C. C. Ho, and C. Y. Lin. 2005. A new variety of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) 'Tainung No.1'. J. Taiwan Agric. Res. 54: 43-53.

A new litchi variety 'Tainung No.1' was developed at the Chiayi Agriculture Experimental Station, ARI and passed the committee evaluation of the Agriculture and Food Agency Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, and released on June 8, 2004. The commercial name of this litchi variety was named as 'Tsuey yuh' litchi indicating the mature litchi fruit with green skin. The selection '76-C-2', the designated as Tainung No. 1, was selected from the offspring of 'Hak Yip' (Black leaf)♀ × 'Yu Her Bau' ♂ which was crossed at 1987. The selection was evaluated through a period of 17 years by comparing with the Taiwan important commercial varieties at Chaiyi Agriculture Experimental Station and at two advanced regional trials located at Dashu, Kaohsiung and Kukeng, Yunlin. 'Tainung No.1' has fruit weight with average ranging 15.7-27.7g; seed weight 0.4-1.3g; aril percent 80.5 - 86.3%; chicken tongue seed percent 51.9-100% and total soluble solids 17.6-20.2° Brix. The harvest period in southern and central Taiwan was from middle May to early June. It was 7-10 days earlier than that of 'Hak Yip' which was the major variety in Taiwan. The color of mature fruit skin is green with mild red. The average yield was nearly 12 tons/ha, assessed by 5 years old trees at a planting density of 400 plants/ha. The development of this variety was capable of providing a better choice for growers and consumers in Taiwan.

Key words: Litchi, Tainung No.1, Tsuey Yuh, Breeding, Controlled pollination.

---

1. Contribution No.2220 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: March 10, 2005.
2. Respectively, Associate Horticulturist, Senior Plant Pathologist and Director, Senior Horticulturist and Head of Dept. Horticulture, Assistant Horticulturist, Previous Technician, Chiayi Agriculture Experimental Station, ARI, Taiwan, ROC.
3. Professor and Head of plant Industry, National Pingtung University of science and Technology, Pingtun, Taiwan. ROC.
4. Associate Engineer, Chiayi County Government, Previous Assistant of CAES.
5. Director-general of ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
6. Corresponding author, e-mail: cyh@dns.caes.gov.tw；Fax: (05)2773630.

台灣農業研究(J. Taiwan Agric. Res.) 54:54~69 (2005)

Potential for Using FORMOSAT-II Data Simulated by Hyperspectral Reflectance to Estimate Growth and Predict Yield of Rice [1]

Chwen-Ming Yang[2,4] and Rong-Kuen Chen[3]

ABSTRACT

Yang, C. M. and R. K. Chen. 2004. Potential for using FORMOSAT-II data simulated by hyperspectral reflectance to estimate growth and predict yield of rice. J. Taiwan Agric. Res. 54:54-69.

This study assessed the potential for using FORMOSAT-II data, simulated by ground-based remotely sensed high resolution reflectance spectra, to estimate growth and predict yield of rice (*Oryza sativa* L. cv. TNG 67) crops. Field experiments were conducted in the Taiwan Agricultural Research Institute Experimental Farm at Wufeng to measure canopy reflectance spectra, leaf area indices ($LAI_{measured}$), and yields of rice grown in the cropping seasons from 2000 to 2002. Reflectance values of broadband sensors equipped in the satellite FORMOSAT-II were simulated by using the mean values of reflectance in the respective band regions obtained from hyperspectral data. The values of normalized difference vegetation index (NDVI) were calculated using the mean reflectance in red (630-690 nm) and near-infrared (760-900 nm) regions defined in FORMOSAT-II. Both $NDVI_{NB}$, which was computed from narrow bands of hyperspectral data, and $NDVI_{FORMOSAT\text{-}II}$, which was computed from simulated FORMOSAT-II data, showed a quadratic time trend during rice growth. Changes in $NDVI_{FORMOSAT\text{-}II}$ nearly paralleled the changes in $NDVI_{NB}$, but to a lesser extent. The relationship between $LAI_{measured}$ and $NDVI_{NB}$ was fitted well by an exponential function, through which the estimates of satellite LAI ($LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$) were obtained. Results further showed that values of $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ were lower than values of LAI_{NB} along plant development, while both of these estimated LAIs were lower than $LAI_{measured}$ after approximately 55 days after transplanting. Results indicated that yield may be predicted by the accumulated values of $LAI_{measured}$ during the growing periods. By substituting $LAI_{measured}$ with the values of LAI_{NB} and $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$, it was found that the predicted yields were lower than the measured yields. Results suggest that the lower predicted yield by the FORMOSAT-II satellite data is attributable to lower level of $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ as aforementioned.

Key words: FORMOSAT II, Hyperspectral reflectance, Rice growth estimation, Yield prediction, Simulation.

---

1. Contribution No.2221 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: March 19, 2005.
2. Senior Agronomist/Research Fellow, Agronomy Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Assistant Research Fellow, Agronomy Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail: cmyang@wufeng.tari.gov.tw；Fax: (04)23396057.

INTRODUCTION

With the rapid development of remote sensing technology, a variety of issues are being raised on the utilization of the satellite observational data on aspects of the biotic controls in agricultural production processes. The common use of remote sensing techniques is identification and establishment of relationships between spectral characteristics and related biophysical properties of vegetation cover, which are governed by biological and physical reactions, vegetation type, amount, distribution, and associated functional attributes (Goetz 2002). The feasibility and availability of the techniques are mainly dependant employed statistical methodologies and inference. In this respect, spectral vegetation indices were developed as an external physical quantity that is correlated with certain biophysical properties of the vegetation canopy such as fractional vegetation cover, vegetation condition, leaf area index (LAI) and biomass to estimate crop growth status.

Among spectral vegetation indices, the normalized difference vegetation index (NDVI) is probably the most renowned one (Rouse & Haas 1973). This is generally defined by the surface reflectances averaged over wavebands in the red and near-infrared regions of canopy spectrum. In many cases, comparisons are made to estimate the differences in vegetation attributes, discriminate the levels of stresses (or treatments), evaluate the constraints of independent practices and assess the validation of models. However, there are a number of limitations in using NDVI. When detected from space, the components of NDVI are sensitive to attenuation in the atmosphere and by aerosols (Liu & Huete 1995). At lower altitude, it may be affected by soil background and shadows cast by plant parts (Maas 2000; Richardson *et al*. 1992; Wiegand *et al*. 1990, 1992). The relationship between NDVI and LAI becomes less sensitive when values of LAI are beyond a certain threshold level. At lower level of LAI the brightness of soil may produce large variation in NDVI (Liu & Huete 1995), while the overlapping of leaves along vertical layers of plants may affect reflectance behavior and decrease sensitivity of the relation above the upper boundary of LAI (Carlson *et al*. 1990). The value of this upper limit, determined from measurements, depends on vegetation type, age, and leaf water content (Paltridge & Barber 1988). Within this asymptotic regime, the change in NDVI with LAI becomes insignificant (Carlson & Riply 1997) and the perceptive surface is almost completely covered by leaves (Curran 1983). The value of NDVI at 100% of vegetation cover can then be identified, but the biomass may not be assessed accurately (Calson & Riply 1997).

Recently remotely sensed hyperspectral data from various platforms such as near-ground, aircrafts, and satellites are available on commercial acquisition to the general public. With the high radiometric resolution spectrum, details of spectral characteristics from the target surface are detectable and discernible. The spectral visibility of such details open up many new applications in areas such as of agriculture, forestry, ecology, and land cover classifications, which require the use of radiometric information contained in the target's spectra. The sun synchronous satellite FORMOSAT-II, which is the second satellite of Taiwan ROC launched on 21 May 2004, is equipped with the sensors that can generate 2-m panchromatic and 8-m multispectral images with 1-day revisit rate. The panchromatic imagery has a spectral waveband interval of 520-820 nm. The multispectral imagery contains four wavebands in the blue (450-520 nm), green (520-600 nm), red (630-690 nm) and near-infrared (760-900 nm) regions. These high spatial and spectral resolutions of FORMOSAT-II satellite images and radiometric data allow for various environmental and agricultural applications, including growth, development and production monitoring of crop vegetation.

When environmental applications are carried out at field scale, very high resolution satellite data can be a useful input for data analysis and decision making. In that case, geometrical and radiometric resolution should be able to resolve intra-field variability in crop condition. By detecting within-field spatial variability of biophysical attributes, a precision farm management becomes possible and the resulting increase in canopy uniformity is expected to improve crop yield and quality (Barnes *et al*. 1997; Garcia & Vrindts 2001; Johnson *et al*. 2001). However, the mathematical relationships between spectral characteristics and biophysical parameters should be established before an application. Therefore main objectives of this study were to evaluate the feasibility and variability of plant growth using the simulated FORMOSAT-II data mimicked from ground-based remotely sensed high-resolution reflectance spectra. By using the accumulated values of LAI_{NB} (the estimates of LAI from narrow bands of hyperspectral data) and $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ (the estimates of LAI from broad bands of the simulated FORMOSAT-II data) to replace with $LAI_{measured}$ (the measured LAI), grain yields and their variability predicted from hyperspectral and simulated FORMOSAT-II data were also micmicked and compared.

MATERIALS AND METHODS

In this study, procedures for estimating rice growth (Yang & Chen 2004) and predicting yield production (Chen & Yang 2005) from ground-based high-resolution reflectance data and LAI were employed. The relationship between LAI and $NDVI_{NB}$ (NDVI computed from narrow bands of hyperspectral data) was compared with the relationship established between LAI and $NDVI_{FORMOSAT\text{-}II}$ (NDVI computed from the corresponding broad bands of simulated FORMOSAT-II data), in order to evaluate the feasibility and variability of plant growth using the simulated FORMOSAT-II data was evaluated. The method of Chen and Yang (2005) to obtain the predicted yield from the accumulated values of $LAI_{measured}$ (the measured LAI) was replaced with the accumulated values of LAI_{NB} (the estimates of LAI from narrow bands of hyperspectral data) and $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ (the estimates of LAI from broad bands of the simulated FORMOSAT-II data) to determine variability of yield prediction.

FIELD EXPERIMENTS

Two experiments were conducted for this study. The objective of experiment one was to collect the required data for assessing the potential for using simulated FORMOSAT-II data to estimate rice growth. Ground-based remotely sensed high-resolution canopy reflectance spectra were taken and leaf area indices of rice canopy were measured regularly from 20 field plots (0.5 ha per field plot) located in the experimental farm of Taiwan Agricultural Research Institute (24°45′ N, 120°54′ E, elevation of 85 m), during the cropping seasons from 2000 through 2002. Three- to four-leaf-aged seedlings were machine transplanted in north-south rows with an intra-row spacing of 0.18 m and inter-row spacing of 0.3 m, a density of approximately 185,000 hills ha^{-1}. Transplanting occurred on 18 February 2000 and 27 February 2002 and harvest occurred on 16 June 2000 and 25 June 2002 for the first crops. The second crops were transplanted on 5 August 2000 and 3 August 2001 and harvested on 6 December 2000 and 26 November 2001.

The soil was a Fluvaquentic Dystrochrept, with pH of 4.5 to 5.7 and organic matter content of 0.011 to 0.021 kg kg^{-1}. The basal dose of fertilizer ($N:P_2O_5:K_2O$= 36:54:36 kg ha^{-1}) was applied 5 to 7 days before

transplanting, the second dose ($N:P_2O_5:K_2O$ = 20:5:10 kg ha^{-1}) was applied 1 wk (second crops) or 2 wk (first crops) after transplanting, and the third dose ($N:P_2O_5:K_2O$= 40:10:20 kg ha^{-1}) was applied 3 wk (second crops) or 4 wk (first crops) after transplanting. About 20 d before heading (6–8 wk after transplanting), ammonium sulfate (21% N) was applied at 160 kg ha^{-1} as the last dose. For weed control, herbicide butachlor (5% granule, 1.5 kg a.i. ha^{-1}) was applied within a week after transplanting and bentazon (44.1% solution, 200X, 1.3 L a.i. ha^{-1}) was applied 3 wk after transplanting. Pesticide carbofuran (40% WP, 800X, 0.48 L a.i. ha^{-1}) was used to control planthopper [*Nilaparvata lugens* (Stal)] and leaffolder [*Cnaphalocrocis medinalis* (Guenee)], and cartap (6% granule, 1.8 kg a.i. ha^{-1}) was used to control stem borer (*Rupella* spp.). Validamycin A (50% S, 1000X, 0.5 L a.i. ha^{-1}) was used to protect against infection by sheath blight (caused by *Rhizoctonia solani* Kühn).

In experiment two, main objective was to collect data to test the accuracy of yield prediction by using the simulated FORMOSAT-II data. Another experimental field in TARI Experimental Farm was selected to grow rice in the first and the second cropping seasons of 2001 and 2002. Again, LAI and reflectance measurements of rice canopy were made during rice growth and grain yields were measured at harvest. The experimental field was of loamy soil with a pH of 5.60 and was divided into six 50 m × 15 m plots. Different levels of nitrogen fertilizer, in form of ammonium sulfate, were applied to different plots in order to produce various LAIs, reflectance spectra and grain yields. The six levels of nitrogen fertilizer, i.e., 0, 30, 60, 90, 120 and 150 kg N ha^{-1}, were applied to the first crop of 2002 and the second crops of 2001 and 2002. Each quantity was divided into 3 equal dressings, applied on the week of transplanting, 4 weeks (Second Crop) or 6 weeks (First Crop) after transplanting, and 3 weeks before heading. In the first crop of 2001, an extra plot treated with 180 kg N ha^{-1} was added. Rice seedlings were transplanted on 27 February 2001 and 27 February 2002 for the first crops and on 6 August 2001 and 8 August 2002 for the second crops.

LEAF AREA AND SPECTRAL MEASUREMENTS

Measurements of canopy reflectance spectrum and leaf area were made on the same sampling dates every two to three weeks beginning one month after transplanting until harvest. Most parts of the reflectance spectrum were found not affected by background noise after the rice crop canopy reached more than 70% of land cover. Only reflectance data not affected by background effects were used for NDVI calculations. For hyperspectral data, reflectance values at narrow band of chlorophyll absorption maximum (R_{RED}) and narrow band of the near-infrared peak (R_{NIR}) were identified dynamically, and were used to calculate $NDVI_{NB}$ by the equation: $(R_{NIR}-R_{RED})/(R_{NIR}+R_{RED})$. The mean values over 630-690 nm and 760-900 nm regions were computed for simulating the reflectance values of red and near-infrared wavebands as that of FORMOSAT-II broad-band sensors.

Leaf area was determined by destructive sampling of six plants from the target regions of each of the 20 plots in the first experiment, and the 6 plots in the second experiment, on each sampling, using an area meter (LI-3000A, Li-Cor Inc., Lincoln, NE, USA). LAI (m^2 m^{-2}) was calculated as the total green leaf area (m^2) per unit land area (1 m^2).

Radiance measurements in a range from 330 to 2600 nm were made by a field portable spectroradiometer (model GER-2600, Geophysical and Environmental Research Corp., Millbrook, NY) with 10° field-of-view (FOV) lens during the cropping seasons. The radiometer contains two spectrometers, one for measuring the radiance within a waveband range of 330 to 1050 nm with 1.5-nm resolution and

another for measuring a waveband range of 1050 to 2600 nm with ca. 11.5-nm resolution. The band centers were rounded off to the nearest whole number in applications, and only radiance data in the 350 nm to 2400 nm range were used because of the severe noise in both ends of the spectrum. A notebook computer, driven by software supplied by GER, was connected to the radiometer unit to automatically record the readings from all the 537 channels. The software is able to control spectral measurements and display radiance, percentage reflectance, and other modes for data interpretation.

The radiometer unit was mounted 5.8 m above the rice canopy in a nadir viewing on an adjustable mobile lift to result in a sampled area of 1 m in diameter. On each targeted area, a setup of four consecutive full spectral range scans was made to compute an averaged radiance spectrum, which was then divided by the radiance spectrum from a spectral reference panel ('Spectralon', Labsphere, Inc., North Sutton, NH) of known spectral characteristics to obtain reflectance spectrum. Target measurements were collected immediately after the reference measurements for reflectance spectrum calculation. About 15 spectra were obtained from random target regions on each field plot of the first experiment or each plot of the second experiment on measuring days. A single mean reflectance spectrum was produced from all the 15 spectra collected from each plot and used in the statistical analyses. Such practices were intended to compensate for the effects of narrow sensor FOV (10°) and low sensor height (5.8 m) so that the radiance measurements were more analogous to those obtained from the sensor at satellite altitude. All reflectance data were collected under near cloud-free conditions between 10:00 to 13:00 local standard time.

GROWTH ESTIMATION AND YIELD PREDICTION

The relationship between LAI and NDVI was analyzed with paired values of $LAI_{measured}$ and $NDVI_{NB}$. All the computed NDVIs were regressed against the measured LAIs to obtain the regression equation. The estimates of LAI_{NB} were extracted from the fitted regression function. The analysis was then conducted for calculating values of $NDVI_{FORMOSAT\text{-}II}$ which were computed from the mean reflectance values of near-infrared and red regions as those of broad-band sensors of FORMOSAT-II. The values of $NDVI_{FORMOSAT\text{-}II}$ were used as inputs for the previous $LAI_{measured}$-$NDVI_{NB}$ relationship to obtain the estimates of $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$.

Correlation between grain yield and $LAI_{measured}$ was determined from 50 days after transplanting (DAT) to harvest (Chen & Yang 2005). The determination coefficients (R^2) from regression analyses were plotted to determine the optimal timing for predicting yield with $LAI_{measured}$. Further more, the quantitative relationships between accumulated values of $LAI_{measured}$, computed from different periods during rice growth, and yields, produced under different levels of nitrogen applications, were analyzed to obtain the optimal period that may improve yield prediction with the cumulative $LAI_{measured}$. Based on the $LAI_{measured}$-$NDVI_{NB}$, the estimates of LAI_{NB} and $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ were obtained. The $LAI_{measured}$ was replaced by either LAI_{NB} or $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ to accumulate the values in the optimal periods for comparing the differences between predicted yields and measured yield.

STATISTICS

The statistical analyses and graphics were carried out using Statistical Analysis System (SAS) version 8.1 (SAS Institute 1998) and Sigmaplot 2000 (SPSS ASC BV, the Netherlands). The dummy-variable was used to compare differences in spectral data between different years of the same cropping season as well as between cropping seasons. Data from two years or two seasons were pooled for statistical analyses if the

tests were non-significant. The root mean square error (RMSE) was calculated as $RMSE = \sqrt{\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}(X_i - \hat{X}_i)^2}$, and was used to compare the precision of estimation between the measured values (X_i) and the estimated values ($\hat{X}_i$).

RESULTS AND DISCUSSION

The information content of satellite images and radiometric data may be useful in a field or regional scale quantitative assessment of biophysical parameters of a crop canopy. The LAI, a key input in many growth models, is especially important for such assessment by which growth behavior may be properly described and biological and physical processes associated with vegetation may be characterized (Bonan 1993; Liu *et al.* 1997; Running *et al.* 1999). Thus, many studies have been carried out to investigate the relationship between the measured LAI and spectral vegetation indices derived from various remote sensing platforms (Chen & Cihlar 1996; Chen & Yang 2002; Fassnacht *et al.* 1997; Nemani *et al.* 1993; Su & Yang 1999; Yang & Chen 2004).

The values of NDVI were computed both from ground-based high-resolution canopy reflectance data and simulated FORMOSAT-II data obtained during the experimental periods (Fig. 1). It indicated that $NDVI_{NB}$ and $NDVI_{FORMOSAT\text{-}II}$ change curvilinearly during rice growth with $NDVI_{FORMOSAT\text{-}II}$ being lower than $NDVI_{NB}$. Thus, on the same sampling date, $NDVI_{FORMOSAT\text{-}II}$ computed from the simulated satellite data was lower than $NDVI_{NB}$ computed from ground-based remotely sensed data.

The relationship between $LAI_{measured}$ and $NDVI_{NB}$ is shown in Fig. 2 as an exponential function. The determination coefficients (R^2) are greater than 0.53, suggesting that LAI is a good indicator for NDVI and in turn NDVI is a good parameter to estimate LAI. Incorporated with the visual observations, $NDVI_{NB}$ was found sensitive to changes in LAI under fractional vegetation cover until a full cover is reached, beyond which a further increase in LAI results in only small and asymptotic increase in NDVI. As changes in LAI as a function of NDVI show a positive correlation, with a fairly high coefficient of determination, it indicated that the LAI-NDVI relationship appears adequate for estimating and monitoring rice growth during the growing period. This is consistent with findings in other reports (Carlson *et al.* 1990; Chen & Cihlar 1996; Myneni *et al.* 1997; Su & Yang 1999).

However, there is the need to use the exponential function with caution especially at the upper end of the curve because of the saturation problem. Moreover, large scatter was observed by the mixing of heterogeneous data from different years. The observed degree of uncertainty would greatly compromise the use of the relationship and hence the NDVI-LAI relationship established for the first crops may not be adequate for mapping LAI in the second crops. With similar management practices, the relatively high scattering of the NDVI-LAI relationship implies that there probably exists a high internal heterogeneity due mainly to the morphological variations caused by different environmental conditions between years. Such variations in LAI suggest that there is much space for precision farming by which data of LAI variation may be incorporated as inputs. Areas with low LAI could be potentially improved through a differentiated treatment and LAI maps could be used to formulate management strategies or recommendations, especially during the early stages of rice growth. Using high spatial resolution imagery such as FORMOSAT-II data, a better LAI-NDVI relationship should be retrieved as compared to low resolution imagery where each

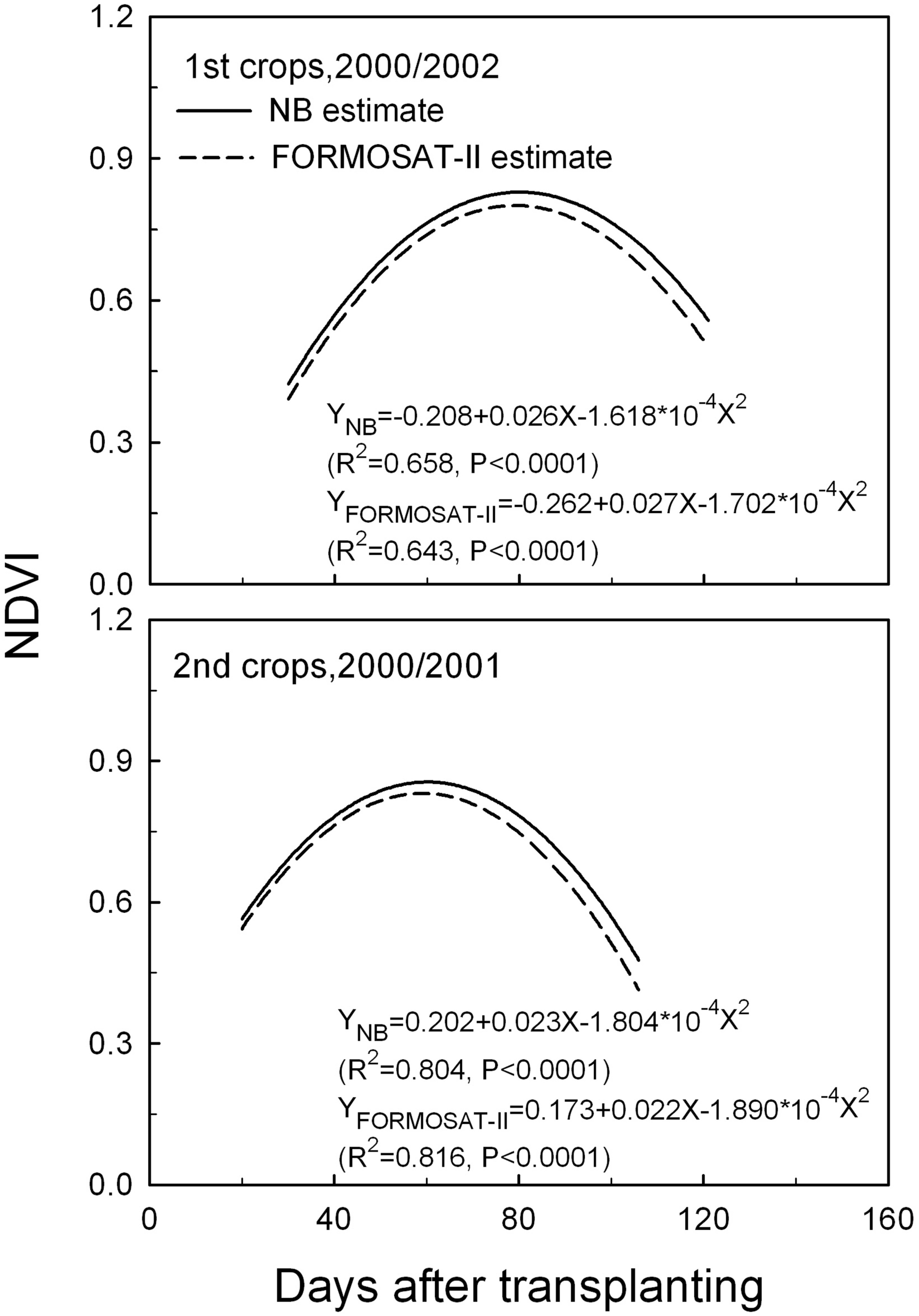

Fig. 1. Changes in $NDVI_{NB}$ and $NDVI_{FORMOSAT\text{-}II}$ through the growth stages of rice (*Oryza sativa* L. cv. TNG 67) grown in the first cropping seasons of 2000 and 2002 and the second cropping seasons of 2000 and 2001.

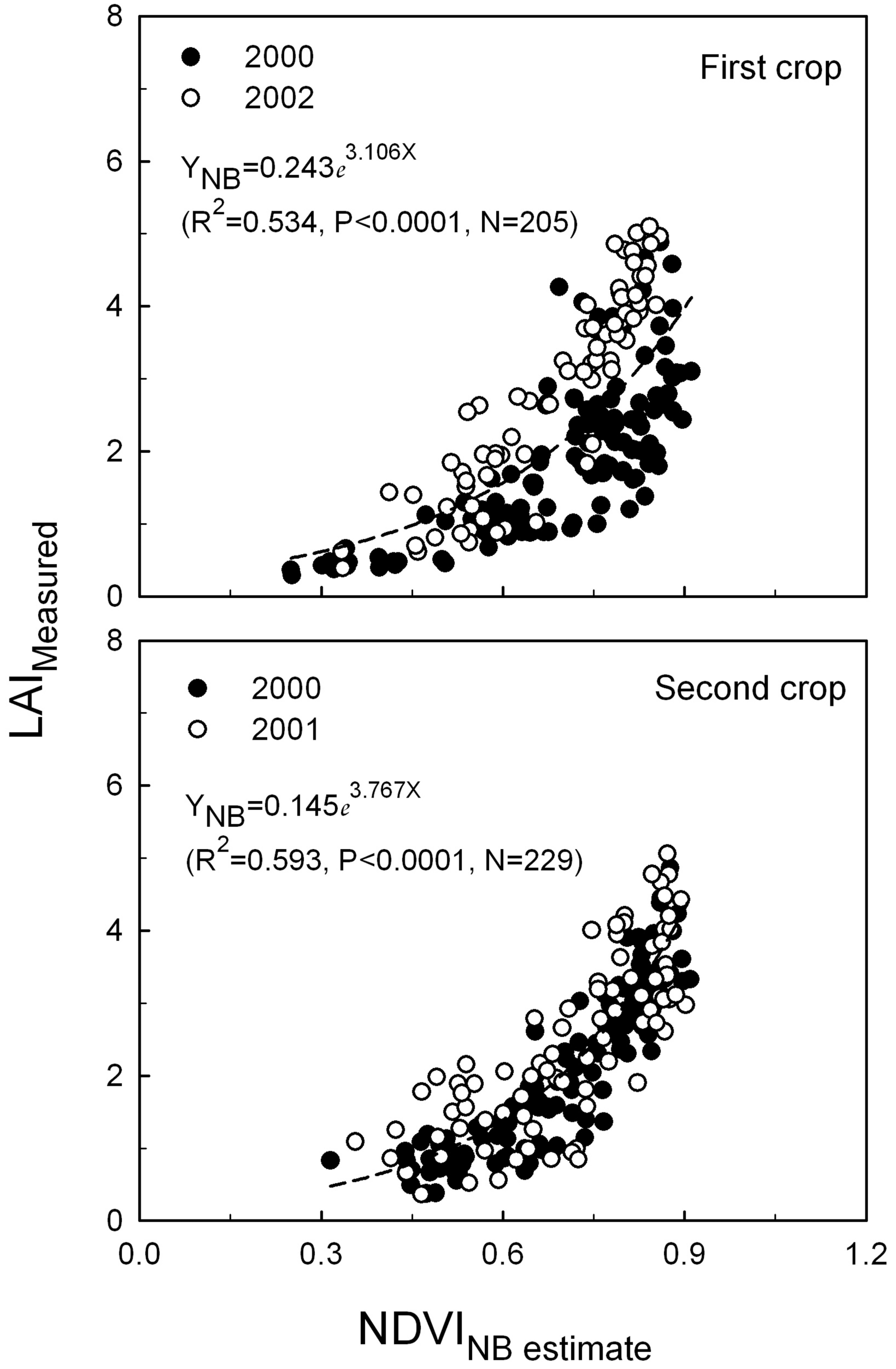

Fig. 2. Relationship between $LAI_{measured}$ and $NDVI_{NB}$ for rice (*Oryza sativa* L. cv. TNG 67) grown in the first cropping seasons of 2000 and 2002 and the second cropping seasons of 2000 and 2001.

pixel may have made up of many land cover types (Chen & Cihlar 1996). The scatter effect caused by a mixture of different land cover classes on the spectral data may be greatly reduced. Thus, in a mixing vegetation types, stratifying the land cover would improve the relationships as well as the mapping of LAI (Colombo *et al*. 2003).

With the LAI-NDVI regression equation, the estimates of LAI_{NB} and $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ can be obtained by using $NDVI_{NB}$ and $NDVI_{FORMOSAT\text{-}II}$ as equation inputs. It showed that changes in $LAI_{measured}$, LAI_{NB} and $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ were all quadratic during the growing periods. The values of $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ were lower than values of LAI_{NB} along plant development, while these estimated LAIs were lower than values of $LAI_{measured}$ after approximately 55 days after transplanting (Fig. 3). Compared to $LAI_{measured}$, the estimates of both LAI_{NB} and $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ appeared to be under-estimated, especially using reflectance of larger bandwidths as that employed in FORMOSAT-II data (Fig. 4). However, these estimates of LAI did not significantly

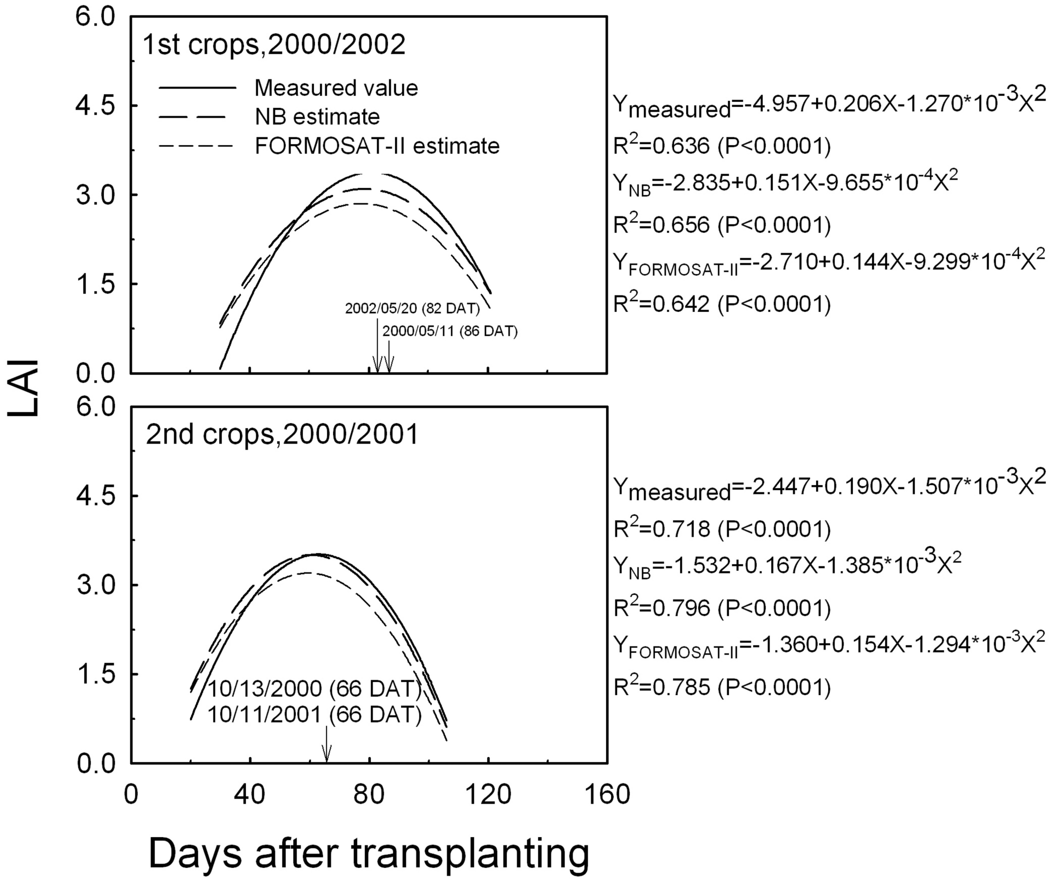

Fig. 3. Changes of $LAI_{measured}$, LAI_{NB} and $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ through the growth stages of rice (*Oryza sativa* L. cv. TNG 67) grown in the first cropping seasons of 2000 and 2002 and the second cropping seasons of 2000 and 2001. Arrows indicate the dates of 50% of heading at the respective growing weasons.

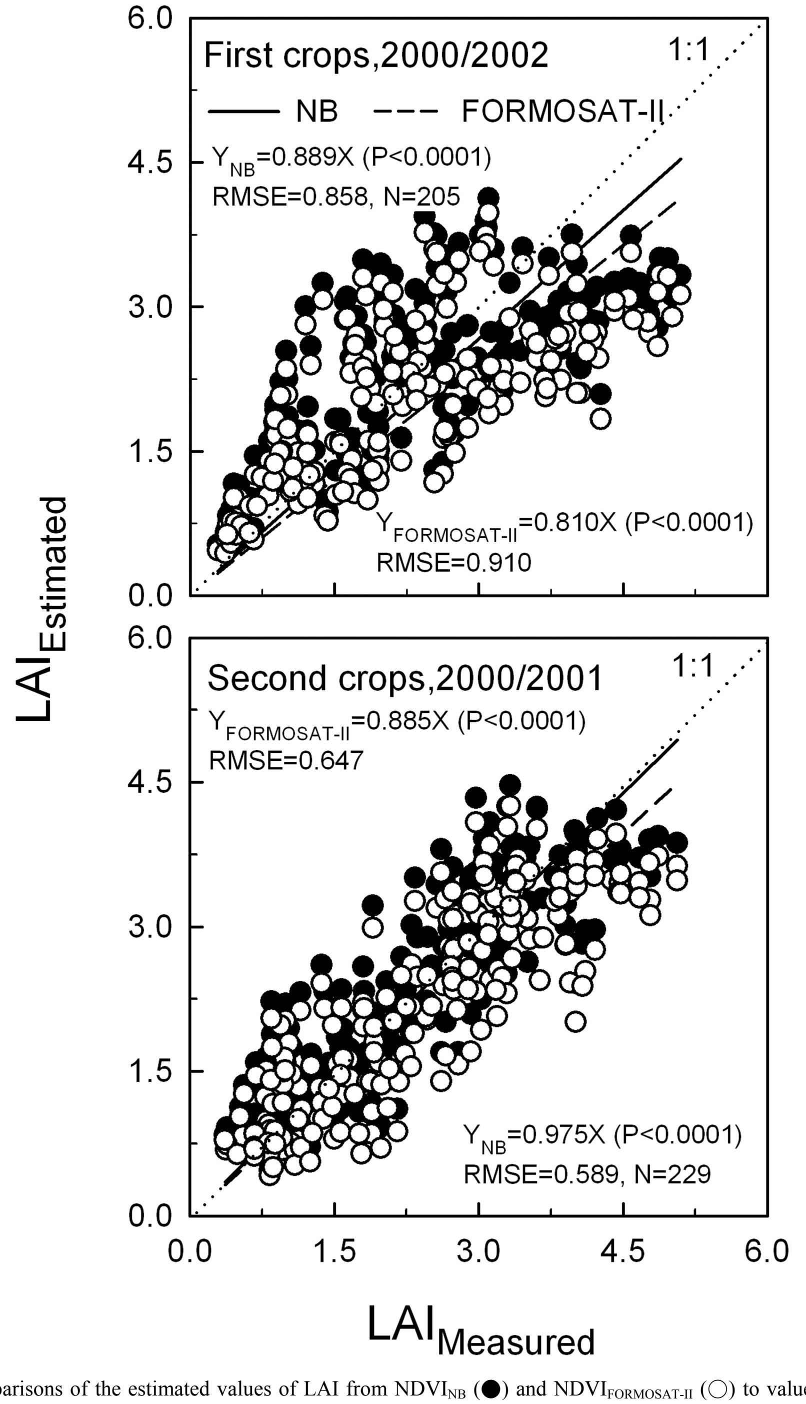

Fig. 4. Comparisons of the estimated values of LAI from $NDVI_{NB}$ (●) and $NDVI_{FORMOSAT-II}$ (○) to values of $LAI_{measured}$ for rice (*Oryza sativa* L. cv. TNG 67) grown in the first cropping seasons of 2000 and 2002 and the second cropping seasons of 2000 and 2001.

change the LAI-NDVI relationship, with a slope greater than 0.81 ($P<0.0001$). Given the relationship, NDVI derived from satellite FORMOSAT-II spectral data may be used for monitoring spatial and temporal distribution of LAI and evaluating growth status of rice crop as indicated in other studies (Chen & Cihlar 1996; Colombo *et al*. 2003; Fassnacht *et al*. 1997; Nemani *et al*. 1993; Spanner *et al*. 1990).

Variation in yield of a crop could be related to one or a combination of the following; nutrient balance, weed and pest control, water management, and capacity of biomass production problems (Moran 2000). Besides environmental effects, the magnitude of photosynthetic capacity, which determined by multiplying mean photosynthetic rate of single leaf, LAI and the extinction coefficient of incident solar radiation, is the major factor deciding biomass production (Murata 1975). Of the three components, LAI plays the key role in determining the source capacity (Yoshida 1981). Shieh (1978) pointed out that rice yield was positively correlated with total biomass and LAI near heading, so that keeping larger leaf area duration (LAD) before heading until harvest would improve grain yield.

Regression analysis between grain yield and LAI showed that yield and LAI were closely correlated from about 50 DAT to near harvest, with R^2 greater than 0.72 (Chen & Yang 2005). The accumulated values of LAI from 15 days before heading (DBH) to 15 days after heading (DAH) provided the best prediction of yield for the first crops, while the accumulated values from 15 DBH to 10 DAH were the most suitable duration to predict yield for the second crops (Chen & Yang 2005). Based on these relationships, this study used LAI_{NB} and $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ obtained from LAI-NDVI relationship with $NDVI_{NB}$ and $NDVI_{FORMOSAT\text{-}II}$ as inputs and cumulated the values during the optimal time periods previously mentioned for yield prediction. Results showed that predicted yields from the accumulated values of LAI_{NB} and $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ were lower than the measured yields, especially yields from $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ prediction (Fig. 5). As aforementioned that values of $NDVI_{FORMOSAT\text{-}II}$ were lower than values of $NDVI_{NB}$ on the same sampling dates after transplanting and hence obtained a lower estimated values of $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$. Thus, under the same optimal periods to predict yields, yields predicted by the $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ would be lower than yields predicted by the LAI_{NB} and the measured yields.

This paper provides a case study in which ground-based canopy reflectance spectra of high resolution were used to simulate spectral data sensed by broad-band sensors of satellite FORMOSAT-II. The data were then to calculate NDVI for monitoring changes in LAI during rice growth, and to use LAI as a predictor for predicting yield production at harvest. Results demonstrate the potential for using NDVI extracted from canopy reflectance data to reasonably estimate growth and predict yield by transforming NDVI into LAI based on the established LAI-NDVI relationship. It has also been reported that light reflectance measurements prior to flowering may predict grain yield response in corn and provide in-season indications of N deficiency (Ma *et al*. 1996). With the quadratic pattern of NDVI during the growth and the exponential function between LAI and NDVI, transforming NDVI for LAI and accumulating LAI for yield prediction should be used with caution. The scattering effect on LAI-NDVI relationship caused by environmental influences between cropping seasons and years also imposes constraints in using NDVI and limits the accuracy for predicting yield. Also, bad weather conditions occurring prior to harvest may cause dramatic influence on yield too. Due to the nature of broad-band sensors in averaging reflectance, LAI estimated by $NDVI_{FORMOSAT\text{-}II}$ and yield predicted by $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ will be under-estimated. Nevertheless, the

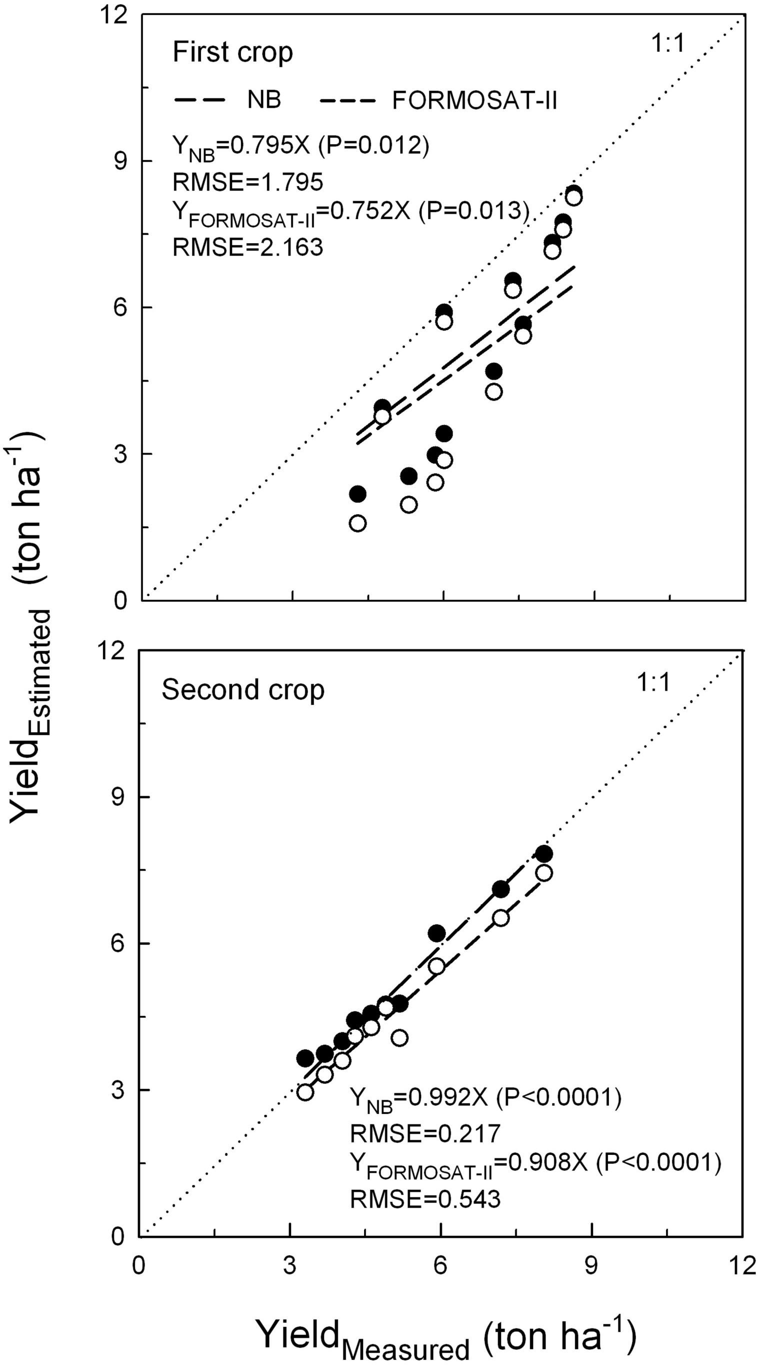

Fig. 5. Comparisons of the predicted yields from accumulated values of LAI_{NB} (●) and $LAI_{FORMOSAT\text{-}II}$ (○) to the measured yields of rice grown in the first cropping seasons of 2000 and 2002 and the second cropping seasons of 2000 and 2001.

availability of NDVI on such applications provides not only non-destructive real time information for evaluating growth status of a crop, but also means to be applied in precision farming activities from remote sensing data.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the research grants from Council of Agriculture (90AS-4.1.1-CI-C2, 91AS-5.1.3-CI-C2, and 92AS-1.1.6-CI-C1) of the Executive Yuan, Taiwan ROC.

LITERATURE CITED

Barned, E. M., P. J. Pinter, Jr., M. S. Moran, and T. R. Clarke. 1997. Remote sensing techniques for the integration of crop models with GIS. *Proc. of 89th Annual Meeting of the American Society of Agronomy*. Crop Sci. Soc. of Amer. and Soil Sci. Soc. of Amer, Anaheim, CA.

Bonan, G. B. 1993. Importance of leaf area index and forest type when estimating photosynthesis in boreal forests. Remote Sens. Environ. 43:303-314.

Carlson, T. N., E. M. Perry, and T. J. Schmugge. 1990. Remote estimation of soil moisture availability and fractional vegetation cover for agricultural fields. Agric. For. Meteorol. 52:45-69.

Calson, T. N. and D. A. Riply. 1997. On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. Remote Sens. Environ. 62:241-252.

Chen, J. M. and J. Cihlar. 1996. Retrieving leaf area index for boreal conifer forests using Landsat TM images. Remote Sens. Environ. 55:153-162.

Chen, R. K. and C. M. Yang. 2002. Estimating rice growth using ground-based hyperspectral reflectance data and simulated SPOT broad band data. (in Chinese with English abstract) J. Agric. Res. China 51(4):1-18.

Chen, R. K. and C. M. Yang. 2005. Determining the optimal timing for using LAI and NDVI to predict rice yield. J. Photogram. Remote Sens. (accepted)

Colombo, R., D. Bellingeri, D. Fasolini, and C. M. Marino. 2003. Retrieval of leaf area index in different high resolution satellite data. Remote Sens. Environ. 86:120-131.

Curran, P. J. 1983. Multispectral remote sensing for the estimation of green leaf area index. Philos. Trans. R. Lond. Ser. A 309:257-270.

Fassnacht, K. S., S. T. Gower, M. D. MacKenzie, E. V. Nordheim, and T. M. Lillesand. 1997. Estimating the leaf area index of north central Wisconsin forest using the Landsat Thematic Mapper. Remote Sens. Environ. 61:229-245.

Garcia, C. V. and E. Vrindts. 2001. Use of very high resolution satellite images for precision farming. p.24-33. *in*: Recommendations on nitrogen fertilization. Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology II. (Owe, M., G. D'Urso, and E. Zilioli, eds.) SPIE Proc. SPIE, Bellingham, WA, USA.

Goetz, S. J. 2002. Recent advances in remote sensing of biophysical variables: An overview of the special issue. Remote Sens. Environ. 79:145-146.

Johnson, L. F., D. Roczen, and S. Youkhana. 2001. Vineyard canopy density mapping with Ikonos satemmlite imagery. Third International Conference on Geospatial Information in Agriculture and Forestry. Denver, Colorado. 10 pp.

Liu, Q. and A. Huete. 1995. A feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 33:457-465.

Liu, J., J. M. Chen, J. Cihlar, and W. M. Park. 1997. A process-based Boreal ecosystem productivity simulator using remote sensing inputs. Remote Sens. Environ. 62:158-175.

Ma, B. L., M. J. Morrision, and L. M. Dwyer. 1996. Canopy light reflectance and field greenness to assess nitrogen fertilization and yield of maize. Agron. J. 88:915-920.

Maas, S. J. 2000. Linear mixture modeling approach for estimating cotton canopy ground cover using satellite multispectral imagery. Remote Sens. Environ. 72:304-308.

Moran, S. M. 2000. New imaging sensor technologies suitable for agricultural management. p.1-10. *in*: Remote sensing in agriculture. Association of Applied Biologists, U.K.

Murata, Y. 1975. The effect of solar radiation, temperature and aging on net assimilation rate of crop stands-from analysis of the “Maximal Growth Rate Experiment” of IBP/PP. Proc. Crop. Sci. Soc. Jpn. 44:153-159.

Myneni, R. B., R. R. Nemani, and S. W. Running. 1997. Estimation of global leaf area index and absorbed par using radiative transfer models. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 4:1380-1393.

Nemani, R., L. Pierce, S. W. Running, and L. Band. 1993. Forest ecosystem processes at the watershed scale: Sensitivity to remotely sensed leaf area index estimates. Intl. J. Remote Sens. 14(13):2519-2534.

Paltridge, G. and J. Barber. 1988. Monitoring grassland dryness and fire potential in Australia with NOAA/AVHRR data. Remote Sens. Environ. 28:384-393.

Richardson, A. J., C. L. Wiegand, D. F. Wanjura, D. Dusek, and J. L. Stiner. 1992. Multisite analysis of spectral-biophysical data for sorghum. Remote Sens. Environ. 41:71-82.

Rouse, J. W. and R. H. Haas. 1973. Monitoring vegetation systems in the great plain with ERTS. p.309-317. *in*: Third ERTS Symposium. Vol.1. NASA, Washington, D.C.

Running, S. W., D. D. Baldocchi, D. P. Turner, S. T. Gower, P. B. Bakwin, and K. A. Hibbard. 1999. A global terrestrial monitoring network integrating tower fluxes, flask sampling, ecosystem modeling and EOS satellite data. Remote Sens. Environ. 70:108-127.

Shieh, Y. J. 1978. Growth and community photosynthesis of rice plants in the first and second crop seasons (in Chinese). p.91-100. *in*: Proceedings of the Symposium on the Causes of Low Yield of the Second Crop Rice in Taiwan and the Measures for Improvement. 7-8 June 1978. Taiwan Agricultural Research Institute. Published by National Science Council, Taipei.

Spanner, M. A., L. L. Pierce, D. L. Peterson, and S. W. Running. 1990. Remote sensing of temperate coniferous forest leaf area index, The influence of canopy closure, understory vegetation and background reflectance. Intl. J. Remote Sens. 11:95-111.

Su, M. R. and C. M. Yang. 1999. Estimation of rice growth from reflectance spectra of vegetative cover. J. Photogram. Remote Sens. 4(4):13-23.

Wiegand, C. L., A. H. Gerbermann, K. P. Gallo, B. L. Blad, and D. Dusek. 1990. Multisite analyses of spectral-biophysical data for corn. Remote Sens. Environ. 33:1-16.

Wiegand, C. L., S. J. Maas, I. K. Aase, J. L. Hatfield, P. J. Pinter, Jr., R. D. Jackson, E. T. Kanemasu, and R. L. Lapitan. 1992. Multisite analyses of spectral-biophysical data for wheat. Remote Sens. Environ. 42:1-21.

Yang, C. M. and R. K. Chen. 2004. Modeling rice growth using hyperspectral reflectance data. Crop Sci. 44:1283-1290.

Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines. 269pp.

以高解析反射光譜模擬福衛二號衛星資料估測水稻生長及預測產量之潛力 [1]

楊純明[2,4] 陳榮坤[3]

摘　要

楊純明、陳榮坤。2004。以高解析反射光譜模擬福衛二號衛星資料估測水稻生長及預測產量之潛力。台灣農業研究 54:54-69。

本研究旨在利用近地面高解析植被反射光譜模擬福衛二號衛星(FORMOSAT-II)光譜測值以評估應用於水稻(*Oryza sativa* L. cv. TNG 67)生長估測與產量評估之潛力。田間試驗係在臺中縣霧峰鄉農委會農業試驗所農場進行，以量測 2000-2002 年兩期稻作之植被光譜、葉面積指數及產量等。福爾摩沙二號衛星承載之紅光(630-690 nm)及近紅外光(760-900 nm)寬頻波段測值由高解析光譜之相對累積窄波段測值平均值模擬，並以計算窄波段及寬波段之標準差植被指數($NDVI_{NB}$ 及 $NDVI_{FORMOSAT-II}$)。結果顯示 $NDVI_{NB}$ 及 $NDVI_{FORMOSAT-II}$ 在水稻生育期間呈現曲線分佈，而 $NDVI_{FORMOSAT-II}$ 概低於 $NDVI_{NB}$。實際量測之葉面積指數($LAI_{measured}$)與 $NDVI_{NB}$ 之間為一指數函數關係，並據以輸入 $NDVI_{NB}$ 及 $NDVI_{FORMOSAT-II}$ 而估算出 LAI_{NB} 及 $LAI_{FORMOSAT-II}$。又發現生育期間估測之 $LAI_{FORMOSAT-II}$ 均小於 LAI_{NB}，且這些估值自移植後 55 天起皆低於 $LAI_{measured}$。結果也顯示，產量可由生育某段期間 $LAI_{measured}$ 累加值預測，當由 LAI_{NB} 及 $LAI_{FORMOSAT-II}$ 取代時，產量預測值將低於實測值。顯然地，模擬福爾摩沙二號衛星寬波段測值將獲得小於地真(ground truth)資料之生長估測與產量預測。

關鍵詞：福衛二號衛星、高解析反射比、水稻生長估測、產量預測、模擬。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2221 號。接受日期：94 年 3 月 19 日。
2. 本所農藝組研究員。臺灣　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所農藝組助理研究員。臺灣　臺中縣　霧峰鄉。
4. 通訊作者，電子郵件：cmyang@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23396057。

台 灣 農 業 研 究 稿 約

一、本刊為行政院農業委員會農業試驗所發行之學術性季刊，刊登農業試驗研究相關之研究稿件：

論　　說：由本所邀請專家撰寫。

研究報告：關於農業科學未曾發表之研究報告，按題目、作者、摘要、前言、材料與方法、結果、討論、結論(可略去)、誌謝(可略去)、引用文獻等依序撰寫，圖與表附於其後，全文以不超過十印刷頁為原則。

研究簡報：關於農業科學未曾發表之簡短原始研究報告，不需分章節撰寫，但需附中英文摘要，全文以不超過四印刷頁為原則。

二、稿件應以中文或英文撰寫。來稿請送原稿一份及影印稿二份(內各附照片原圖，繪製圖版可附原圖與影印圖片二份)。文稿以 A4 大小之白色紙張(長 29.6 公分，寬 21 公分)，空一行(double space)打字，12 號字，左邊對齊，上下應預留 3 公分，左右 2 公分空間，並自第二頁起在右下角以阿拉伯數字註明頁數。英文撰寫時，左邊對齊、字距一格，句距二格，以 Times New Roman 字體打字，以便審查。審查接受之稿件，隨文請附文稿內容磁片或電子檔案，以利電腦排版等作業。

三、稿件格式：

題　　目：宜簡短，能充分反應文旨，並附簡題(Running title)。英文題目除介系詞、連接詞等字外，每字第一字母應大寫。題目附小註，說明研究報告編號。

作　　者：作者姓名置中，中文名字間空一格；英文姓名則名在前姓氏在後，作者二人或二人以上時，以“，”相隔，最後一人前加“and”字樣，其表示方法如 Chen-Seng Huang, Chen-Chang Chen and Chyr-Guan Chen。每一作者需附小註，以說明所屬機關單位，通訊作者須附電子郵件信箱與傳真機號碼。題目與作者同置第一頁。

摘　　要：不分段落、宜簡潔明確。摘要之前應加作者、年代、題目、期刊、卷期及頁數，摘要之後應附關鍵詞 (Key words)，關鍵詞不超過五個，每個英文關鍵詞第一字母應大寫。摘要以不超過五百字為原則。以中(英)文發表者須附英(中)文摘要，置於本文之後，且內容須與中(英)文摘要相符，並附稿件編號、作者、通訊作者之小註。

本　　文：依序為前言(INTRODUCTION)、材料與方法(MATERIALS AND METHODS)、結果(RESULTS)、討論(DISCUSSION)、結論(CONCLUSION)、誌謝(ACKNOWLEDGEMENTS)、引用文獻(LITERATURE CITED)。除學名、專有名詞、化學式、數學公式、數字、度量衡單位及縮寫外，文句中不得中外文並用，須使用英 (外) 文以助明瞭時，須將英 (外) 文括號置於中文之後。材料與方法、結果兩部份如有必要須分章節，每一章節內並可再分小章節，以助明瞭文稿內容。章節題目(heading)單行置於該章節之前，小章節題目(sub heading)直接置於小章節之首。

表　　格：

1、每一表格應分別繕製，上方須有標題，並按文中出現順序加上表 1 (Table 1.)，表 2 (Table 2.) 等冠號。

2、中文稿之表格標題應中英文並列，冠號與表幅齊頭，表內項目及內容以英文書寫。英文標題及各欄英文細目，除第一字之第一字母大寫外，餘均小寫。

3、表格應加分析、簡化與歸納後始可列表。每一表格應在文中標示清楚，以便對照。

4、表中內容如需說明，均須附加小註，以 z, y, x,…等縮小小寫字母置於右上角，並於表下依次敘述。

5、表格僅列橫線。

6、性質類同之圖與表務請精簡與合併。

圖　片：

1、圖版以黑色墨水分別繪圖紙或描繪紙(白色透明紙)上。如以電腦繪圖，請以鐳射印表機或同規格之印表機列印，力求清晰。

2、圖中加註者，應於圖中說明，或以括號註明於標題之後。

3、照片以光面紙為原則，清晰度以縮小 50%可判讀為宜。多幅照片儘量製成併版；如有特別指明，應加圈或箭頭表明。顯微照相，應加比例尺大小；照片大小以不超過版面(25cm X 18cm)為宜。

4、圖版及照片下方應有標題 (或另頁繕寫)，並按文中出現的順序加上圖 1(Fig.1)、圖 2(Fig.2)等冠號，在文中須標示清楚，以便對照。中文稿應中英文併寫，力求明確。

5、除併圖外，每一圖片應單頁製作。

6、照片、圖片背面應註上冠號及作者姓名，以免排印錯誤。

誌　謝：不分段落，包括人物、經費來源等。誌謝可略去。

引用文獻：

1、引用文獻(LITERATURE CITED)－列舉確實曾引用之文獻。文獻以登載於學術性期刊、書籍、研討會之文章及學位論文為限。文中涉及引用文獻時，根據該文獻的作者與年代加以括號：如 (Sung 1991) (Lo 1991，1992) (陳 & 胡 1983) (Sung 1991；Hsu *et al.* 1992)，置於引用文處。

2、中文稿可列中、英文文獻，文獻原文為中(英)文者，須以中(英)文列文獻。英文稿之引用文獻須全採用英文。

3、中文文獻以作者姓氏筆劃為序，英文文獻以姓名字母為序。中英文併陳時，中文在前，英文銜接其後。作者相同時以年代先後為序。

4、文獻之書寫方法以期刊為例，依序為作者、年代、題目、期刊、卷期、頁數。

5、西文期刊名須用縮寫，其縮寫方式參照美國出版之〝Biosciences Information Service of Biological Abstracts〞規定，中文期刊用全名。

6、文獻的書寫範例如下：

(1)文獻出自學術性期刊

陳隆澤、胡念才。1983。水稻品種(系)對稻熱病抵抗性反應之研究。中華農業研究 32:1-13。

Hsu, S. H., T. Y. Chung, T. C. Kuo, and S. F. Wang. 1992. Studies on the micro-climate of greenhouse. I. Light environment of greenhouse. J. Agric. China 157:34-43. (in Chinese with English Abstract).

Weng, J. H. 1992. CO_2 exchange characteristics of C_3 and C_4 vegetable crops in response to light and nitrogen (in Chinese). J. Agric. Assoc. China 157:21-33.

(2)文獻出自著作性書籍

楊清白。1980。家畜飼料學。藝軒。台北。180 pp.

Sung, J. M. 1991. Nitrogen Metabolism of Rice. Chinese Agronomy Press, Taipei. 100 pp.

(3)文獻出自編輯性書籍

Lo, W. S. 1991. The effect of calcium on nitrogen metabolism. p.100-110. *in* : Biology of Rice. (Sung, J. M. and D. J. Liu, eds.) Chinese Agronomy Press, Taipei.

四、單位、縮寫格式及統計分析

1、所有度量衡均採公制，數量如用中(英)文數字，單位以中(英)文全名表示；數量如用阿拉伯數字，單位以 SI units 為準，如一公尺(one meter, 1 m)、二公克(two grams, 2 g)、三公升(three liters, 3 L)、四毫升(four milliliters, 4 ml)。各常用之縮寫單位參照說明如下：

(1)長度：公里(km)、公尺(m)、公分(=厘米)(cm)、公釐(=毫米)(mm)、微米(μm)。

(2)重量(W)：公斤(kg)、公克(g)、μg。

(3)容積(V)：公升(L)、公撮(=毫升)(ml)、μl。

2、溫度：攝氏(℃)、絕對溫度(°K，但須加以說明)。

3、時間：年(yr)、月(mo)、週(wk)、日(天)(day,days)、時(hr)、分(min)、秒(sec)。

4、濃度：莫耳(M)、千分之一莫耳(mM)、當量(N)、千分之一當量(mN)。

5、重力加速度：*g*。

6、其他之縮寫：平均(*av*)、大約(*ca*)、直徑(diam.)。

7、統計分析：達顯著性水準以*、**或處理間顯著差異區分，以 a、b、c、...表示者均應加註顯著機率值 *P*(例如 $P<0.01$)；各統計量請採慣用符號，例如相關係數(*r*)、決定係數(R)、變異係數(cv)、標準機差(se)等。

五、生物學名以斜體字表示，屬名第一字母大寫。學名於摘要、本文、每一圖表中第一次出現時，須寫全名，如 *Citrus sinensis*；第二次出現時，屬名保留第一字母後加句點“.”，種名全寫，如 *C. sinensis*。生物學名於本文中首次出現時應加註命名者。

六、稿件內容務須依照上列規定格式書寫，本期刊編輯委員保有修改與退稿之權利。文稿經本期刊接受後，作者得送含文稿內容之磁片或電子檔案(IBM 相容電腦之文書管理檔，如 Word 檔或其他)，並由作者負責前二校。除筆誤與格式外，作者在校稿時，不得擅自更改內容與數據。

七、投稿本期刊之稿件，不得投稿其他刊物。稿件經本期刊接受後，刊登權屬農試所所有，非經本所書面同意，不得轉載或移轉他處發表。

八、來稿經編審委員會審查合格後刊登，由本刊印贈抽印本 50 本；彩色頁印刷及抽印本加印費用由投稿人自行負擔。

九、其他未盡事宜本期刊得隨時修正或補充。

台　灣　農　業　研　究

(原中華農業研究)

第五十四卷　第一期

中華民國九十四年三月出版

發 行 人：林 俊 義

總 編 輯：安 寶 貞

主　　編：蕭 淑 芬　黃 淑 華　楊 舜 臣　陳 榮 華

編審委員：

農藝組：王 強 生（主審）

呂 秀 英　陳 一 心　楊 純 明　劉 新 裕

園藝組：歐 錫 坤（主審）

王 德 男　施 昭 彰　徐 信 次　劉 政 道

劉 邦 基　黃 肇 家

農化組：廖 慶 樑（主審）

郭 鴻 裕　劉 慧 瑛　簡 宣 裕

植病組：張 清 安（主審）

安 寶 貞　程 永 雄　蔡 武 雄　鄧 汀 欽

應動組：王 清 玲（主審）

何 琦 琛　陳 炳 輝　陳 健 忠　鄭　　允

農機組：梁 連 勝（主審）

黃 禮 棟　蔡 致 榮

種原組：范 明 仁（主審）

農經組：潘 德 芳（主審）

另聘請各大學院校及研究機關相關學者專家擔任審查委員

Vol. 54., No.1 Mar. 2005

JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

(Formerly Journal of Agricultural Research of China)

PUBLISHER: Lin, Chien-Yih

EDITORS IN CHIEF: Ann, Pao-Jen

EDITORS:

Shiau, Shu-Fen Huang, Shu-Hua Yang, Shen-Chen

Chen, Long-Hua

EDITORIAL BOARD:

Chang, Chin-An (Plant Pathology)

Ou, Shyi-Kuan (Horticulture)

Liang, Lien-Sheng (Agriculture Engineering)

Liaw, Ching-Liang (Agriculture Chemistry)

Wang, Chin-Ling (Applied Zoology)

Wang, Chang-Sheng (Agronomy)

Fan, Ming-Jen (Crop Genetic Resources)

Pan, Te-Fang (Agriculture Economics)

EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Chen, Bing-Huei Chen, Chien-Chung Chen, Yi-Shin

Cheng, Edward Yun Cheng, Yung-Hsiung Chien, Shiuah-Yuh

Deng, Ting-Chin Guo, Horng-Yuh Ho, Chyi-Chen

Hsu, Hsin-Tszu Huang, Chao-Chia Huarng, Li-Duhng

Liou, Pan-Chi Liou, Tsung-Dao Liu, Huey-Ing

Liu, Sin-Yie Lu, Hsiu-Ying Shih, Jau-Chang

Tsai, Wu-Hsiung Tsay, Jyh-Rong Wang, Der-Nan

Yang, Chwen-Ming

Reviewers of the related fields are also invited from universities and other research organizations

台灣農業研究第五十四卷第一期

編　　者：行政院農業委員會農業試驗所

發行人：林俊義

發行所：行政院農業委員會農業試驗所

地　　址：台中縣霧峰鄉 413 萬豐村中正路一八九號

網　　址：http://www.tari.gov.tw

電　　話：(04)2330-2301～5

編　　輯
印製者：學安文化事業有限公司

地　　址：台中市南區仁和二街七十八號

電　　話：(04)2286-1600

中華民國 94 年 3 月出版

Vol. 54, No.1 Mar. 2005

JOURNAL OF
TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

(Formerly Journal of Agricultural Research of China)

CONTENTS

Research Reports

Evaluation on the Nursery Box Insecticidal Treatment for Control of Early-season Insect Pests of Rice and Its Effect on Predatory Natural Enemies
.................Shou-Horng Huang, Ching-Huan Cheng and Yung-Hsiung Cheng ··· 1

Improvement of Resistant Screening Techniques for Bacterial Leaf Blight of Rice Caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*
...............................Lih-Jiuan Hsieh, Yih-Chang Chang and Ting-Fang Hsieh ··· 15

Effect of Vegetable and Fruit Homogenates on Seedling Development of *Dendrobium moniliforme* (L.) Sweet Cultured *In Vitro*.
....Yih-Juh Shiau, Shu-Ru Yang, Uei-Chern Chen, Chi-Ni Hsia and Hsin-Sheng Tsay ··· 23

Development of Gladiolus Variety Tainung No.2
....Ting-En Dai and Fong-Wu How ··· 32

A New Variety of Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) 'Tainung No.1'
........Jer-Way Chang, Yung-Hsiung Cheng, Chung-Rey Yen, Hsin-Tszu Hsu, Cheng-Nan Chao, Yung-Jou Tien, Chao-Chi Ho and Chien-Yih Lin ··· 43

Potential for Using FORMOSAT-II Data Simulated by Hyperspectral Reflectance to Estimate Growth and Predict Yield of Rice
....Chwen-Ming Yang and Rong-Kuen Chen ··· 54

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE,
COUNCIL OF AGRICULTURE

Taichung, Taiwan, Republic of China

中華郵政中臺字第〇三〇九登記爲雜誌交寄

ISSN 0376-477

9 770376 47700

GPN02526389007

定價：新臺幣一七五